Die Erstellung von Regionenrankings unter Verwendung der Data Envelopment Analyse

Dissertation
zur Erlangung des Grades
Doktor der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)
an der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der
Universität Augsburg

vorgelegt von
Diplom-Volkswirt Frederic-Willem Höcker

2018

Erstgutachter:	Prof. Dr. Peter Welzel
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Susanne Warning
Vorsitzender der mündlichen Prüfung:	Prof. Dr. Peter Michaelis
Tag der mündlichen Prüfung:	8. Juli 2016

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis vi

Tabellenverzeichnis viii

Abkürzungsverzeichnis xi

I Einleitung 1

II Entscheidungstheoretische Grundlagen für die Erstellung eines Rankings 7

1 Das Ranking als mögliche Lösungsform eines Entscheidungsproblems 8
1.1 Auswahlproblem 8
1.2 Sortierproblem 9
1.3 Rankingproblem 9
1.4 Beschreibungsproblem 10

2 Allgemeine Beschreibung von Auswahl- und Rankingproblemen 11
2.1 Bestandteile 11
2.1.1 Alternativen und deren Eigenschaften 11
2.1.2 Wertsystem des Entscheidungsträgers 14
2.2 Maßgebliche Problemstellung bei Entscheidungsproblemen 23

3 Allgemeine Vorgehensweise zur Lösung von Auswahl- und Rankingproblemen 25
3.1 Notwendige Schritte zur Lösung eines Entscheidungsproblems 25
3.1.1 Erhebung der Ziele eines Entscheidungsträgers 28
3.1.2 Konstruktion der partiellen Wertfunktionen bzw. Kriterien 29
3.2 Allgemeines Unmöglichkeitstheorem von Arrow 34
3.2.1 Kernaussage des Theorems 35
3.2.2 Geltungsbereich 36
3.2.3 Konsequenzen für die vorliegende Arbeit 37

4 Fazit 39

III Methoden zur Lösung von Auswahl- und Rankingproblemen 40

1 Outranking-Verfahren 43
1.1 Rangaddition nach Borda 43
1.2 ELECTRE-Verfahren 45
1.2.1 ELECTRE IS 46
1.2.2 ELECTRE III 47
1.3 PROMETHEE-Verfahren 49
1.3.1 PROMETHEE I 51
1.3.2 PROMETHEE II 52

2 Künstliches Kriterium 53
2.1 Multiattributäre Wertfunktion 54
2.1.1 Additive Wertfunktion 55
2.1.2 Multiplikative und hybride Wertfunktion 57
2.1.3 Auswahl der für ein vorliegendes Entscheidungsproblem passenden Form 58
2.2 Festsetzen der normierten partiellen Wertfunktionen 61
2.2.1 Direkte Erhebungsmethoden 62
2.2.2 Methoden mit Indifferenz 63
2.3 Wahl der Skalierungsfaktoren 66
2.3.1 Numerische Methoden 66
2.3.2 Methoden mit Indifferenz 67
2.3.3 Interpretation der Skalierungsfaktoren 67
2.4 Analytic Hierarchy Process (AHP) 69
2.4.1 Verfahrensablauf 69
2.4.2 Inkonsistenz der Vergleichsmatrix 72
2.5 Data Envelopment Analyse (DEA) als Lösungsansatz für multikriterielle Entscheidungsprobleme 72
2.5.1 Standardmodell von Charnes, Cooper und Rhodes (1978) 75
2.5.2 Verwenden der DEA zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme 82
2.5.3 Wege zur Erhöhung der Diskriminierungsmacht 84
2.5.4 Einbeziehen a priori bekannter Informationen 85
2.5.5 Supereffizienz 90
2.5.6 Kreuzeffizienz 92

3 Fazit 98

IV Allgemeines Regionenranking für die Bundesrepublik Deutschland 100

1 Entscheidungsproblem des Unternehmens 102
1.1 Unternehmensrelevante Standortfaktoren 103
1.1.1 Aussagen der theoretischen Literatur 103
1.1.2 Erkenntnisse aus empirischen Studien 107
1.1.3 Resultate aus Umfragen 108
1.2 Faktoren für ein allgemeines Standortranking 109
1.2.1 Steuerbelastung 110
1.2.2 Arbeitskräfteverfügbarkeit 112
1.2.3 Transportkosten und Verkehrsinfrastruktur 114
1.2.4 Nachfragepotenzial der Haushalte 116
1.2.5 Nachfragepotenzial der Wirtschaft 117
1.2.6 Urbanisation 118
1.2.7 Forschung und Bildung an Hochschulen 120

2 Verwendete Methodik 123
2.1 Gruppen- vs. Einzelentscheidung bei der Standortwahl von Unternehmen . 123
2.2 Wahl der Aggregationsmethode 125
2.3 Die Verwendung der DEA im regionalökonomischen Zusammenhang . . . 126
2.4 Verwendetes DEA-Modell 129
2.5 Implementieren des Entscheidungsproblems in das Modell 129
2.5.1 Berücksichtigte Regionen 130
2.5.2 Entwicklung der Kriterien 130
2.5.3 Einbetten des Entscheidungsproblems in die DEA 133

3 Berechnung des allgemeinen Regionenrankings 134
3.1 Verwendeter Datensatz 134
3.1.1 Normalisierung der Daten 134
3.1.2 Deskriptive Statistik 135
3.2 Ergebnisse des CCR-Modells 141
3.3 Ergebnisse der spielbasierten Kreuzeffizienz 143
3.4 Sensitivitätsanalyse 146
3.4.1 Modifikation der Menge der Alternativen 146
3.4.2 Modifikation der berücksichtigten Kriterien 148
3.5 Einordnung und Interpretation der Ergebnisse 151

4 Berücksichtigung regional übergreifender Effekte 153
4.1 Datenanpassungen . . . 154
4.2 Deskriptive Statistik . . . 156
4.3 Ergebnisse . . . 161
4.3.1 Ergebnisse des CCR-Modells . . . 161
4.3.2 Ergebnisse der spielbasierten Kreuzeffizienz . . . 163
4.4 Vergleich der Ergebnisse zur Einzelbetrachtung . . . 164
4.5 Sensitivitätsanalyse . . . 168

5 Detailbetrachtung für die kreisfreie Stadt Augsburg 171

6 Fazit 174

V Ranking der Regionen im Umkreis von Augsburg als Standort aus Sicht des Wirtschaftszweigs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen 177

1 Vorüberlegungen zur Methode 180
1.1 Set der zu berücksichtigenden Kriterien . . . 180
1.1.1 Standortfaktoren für Unternehmen aus Hightech-Bereichen . . . 180
1.1.2 Berücksichtigung von Lokalisationsvorteilen . . . 181
1.1.3 Fazit zur Kriterienwahl . . . 182
1.2 Verwendung der DEA zur Lösung ähnlicher Problemstellungen . . . 183
1.2.1 Verwendung der DEA zur Lösung von Auswahlproblemen . . . 184
1.2.2 Verbindung der DEA mit dem Analytic Hierarchy Process . . . 186

2 Angewandte Methodik 189
2.1 Verwendete Daten . . . 189
2.1.1 Profile der zu bewertenden Regionen . . . 190
2.1.2 Wertsysteme der Unternehmen . . . 192
2.2 Implementieren der Wertsysteme . . . 194

3 Berechnungen 198
3.1 Ergebnisse der beschränkten und unbeschränkten DEA . . . 198
3.2 Wege zur Erhöhung der Diskriminierungsmacht . . . 200
3.2.1 In der Literatur verwendete Ansätze . . . 201
3.2.2 Verbindung der spielbasierten Kreuzeffizienz mit AR . . . 203
3.2.3 Diskussion der Methoden . . . 205
3.3 Sensitivitätsanalyse . . . 206

4 Fazit 207

VI Abschließende Gedanken 209

Literatur 213

Anhang 229

A R-Code 230
A.1 Spielbasierte Kreuzeffizienz 230
A.2 Mit Assurance Regions beschränkte (Super-)Effizienz 233
A.3 Mit Assurance Regions begrenzte spielbasierte Kreuzeffizienz 234

B Ergebnistabellen 238
B.1 Allgemeines Standortranking 238
B.1.1 Ergebnisse des CCR-Modells - Skalierungsfaktoren 238
B.1.2 Ergebnisse des CCR-Modells - Referenzsets 254
B.1.3 Spielbasierte Kreuzeffizienz 273
B.2 Standortranking unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 282
B.2.1 Ergebnisse des CCR-Modells - Skalierungsfaktoren 282
B.2.2 Ergebnisse des CCR-Modells - Referenzsets 298
B.2.3 Spielbasierte Kreuzeffizienz 320

C Funktionale Regionen 329

D AHP-Fragebogen 342

Abbildungsverzeichnis

2.1 Totalordnung (eigene Darstellung in Anlehnung an Bouyssou (2009, S. 58)) 18

2.2 Schwache Ordnung mit den drei Äquivalenzklassen $\{a\}$, $\{b, c\}$ und $\{d\}$ (eigene Darstellung in Anlehnung an Bouyssou (2009, S. 58)) 19

2.3 Halbordnung (vgl. Pirlot und Vincke, 1997, S. 11) 21

2.4 Intervallordnung (vgl. Pirlot und Vincke, 1997, S. 14) 22

3.1 Grundlegender Ablauf bei der Lösung eines Entscheidungsproblems 27

1.1 Position und Stimmgewicht des Kriteriums i zu aSb in Abhängigkeit der Differenz aus a_i und b_i im ELECTRE IS-Verfahren. 48

1.2 Mögliche Präferenzfunktionen $\mathcal{P}_i(\cdot)$ nach Brans und Vincke (1985) sowie Brans, Vincke und Mareschal (1986). 50

2.1 Grundidee der Verbundmessung 57

2.2 Methode gleicher Wertdifferenzen nach Edwards und Winterfeldt (1986) . 64

2.3 Hierarchisierung im AHP 70

2.4 DEA im entscheidungstheoretischen Kontext 74

2.5 Effizienzkategorien DEA 78

2.6 Form des effizienten Rands in der DEA in Abhängigkeit der unterstellten Skalenerträge . . . 82

2.7 Supereffizienz . . . 91

3.1 Verteilung der Nachteile . . . 136

3.2 Verteilung der Vorteile . . . 138

3.3 Ergebnis der spielbasierten Kreuzeffizienz . . . 145

3.4 Vergleich der CCR-Werteffizienzen bei Streichung der werteffizienten kreisfreien Stadt Berlin . . . 147

3.5 Vergleich der CCR-Werteffizienzen bei Verschiebung des Kriteriums Erreichbarkeit von Flughäfen . . . 150

4.1 Funktionale Regionen nach Kosfeld und Werner (2012) . . . 155

4.2 Verteilung der Vorteile unter Berücksichtigung überregionaler Effekte . . . 157

4.3 Ergebnis der spielbasierten Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte . . . 165

4.4 Profilvergleich der kreisfreien Stadt Berlin und des Landkreises Barnim . . 167

5.1 Profilvergleich der kreisfreien Stadt Augsburg mit den Landkreisen und kreisfreien Städten ihres Referenzsets . . . 173

2.1 Hierarchisierung im AHP . . . 193

Tabellenverzeichnis

0.1 Platzierungen der kreisfreien Stadt Augsburg in veröffentlichten Regionenrankings . . . 2

2.1 Semantische Skala im AHP . . . 70

2.2 Einschätzungen des Entscheiders über die relative Bedeutung der einzelnen Kriterien . . . 71

2.3 Effizienzkategorien . . . 77

2.4 Aufzunehmende Nebenbedingung in Abhängigkeit der unterstellten Skalenerträge . . . 81

2.5 Absolute Beschränkung der Skalierungsfaktoren . . . 87

2.6 Assurance Regions I & II . . . 89

2.7 Beschränkung der virtuellen Vor- und Nachteile . . . 89

2.8 Beschränkung der Skalierungsfaktoren anhand ordinaler Beziehungen zwischen Kriterien . . . 90

2.9 Grundkonzept der Kreuzeffizienz nach Sarkis (2000) . . . 93

2.10 Varianten der Kreuzeffizienz . . . 94

1.1 Einfluss der Arbeitslosigkeit in empirischen Studien . . . 113

2.1 Belege aus der Literatur zur Heterogenität von Unternehmen in ihren Anforderungen an einen Standort 125

2.2 Für das allgemeine Regionenranking verwendete Kriterien 131

3.1 Lage- und Streumaße der Nachteile 137

3.2 Lage- und Streumaße der Vorteile 139

3.3 Pearson-Korrelation der verwendeten Kriterien 140

3.4 Aus dem CCR-Modell resultierende Effizienzwerte und Skalierungsfaktoren für die 25 werteffizientesten Regionen 142

3.5 Die zehn führenden Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz 143

3.6 Die zehn schwächsten Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz 144

3.7 Modifikation des Sets aller Alternativen 146

3.8 Weglassen einzelner Kriterien 148

3.9 Wechsel einzelner Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen 148

4.1 Lage- und Streumaße der Vorteile unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 158

4.2 Pearson-Korrelation der verwendeten Kriterien unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 160

4.3 Aus dem CCR-Modell resultierende Werteffizienzen und Skalierungsfaktoren für die 25 werteffizientesten Regionen unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 162

4.4 Die zehn führenden Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 163

4.5 Die zehn schwächsten Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte 164

4.6 Regionen mit den höchsten Zugewinnen in der Platzierung 166

4.7 Regionen mit den höchsten Verlusten in der Platzierung 168

4.8 Modifikation des Sets aller Alternativen 169

4.9 Weglassen einzelner Kriterien 169

4.10 Wechsel einzelner Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen 170

5.1 Profil der kreisfreien Stadt Augsburg 172

2.1 Abgrenzung des Wirtschaftszweigs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen nach Köppel (2015) 190

2.2 Verwendeter Datensatz - Vor- und Nachteile 191

2.3 Resultierende Wertsysteme bezüglich der Nachteile 194

2.4 Resultierende Wertsysteme bezüglich der Vorteile 195

2.5 Assurance Regions der Nachteile 196

2.6 Assurance Regions der Vorteile 196

3.1 Ergebnisse aus dem beschränkten und unbeschränkten CCR-Modell 199

3.2 Vergleich Skalierungsfaktoren der kreisfreien Stadt Augsburg in der beschränkten und unbeschränkten DEA 200

3.3 Ergebnisse nach Sarkis (1999) sowie Takamura und Tone (2003) 202

3.4 Ergebnisse der beschränkten spielbasierten Kreuzeffizienz im Vergleich zu den Ergebnissen der beschränkten DEA 204

Abkürzungsverzeichnis

AHP	Analytic Hierarchy Process
AR	Assurance Region
CCR	Charnes, Cooper & Rhodes
DEA	Data Envelopment Analyse
DMU	Decision Making Unit
ELECTRE	Elimination Et Choice Translation Reality
FAR	Funktionale Arbeitsmarktregion
GewStG	Gewerbesteuergesetz
GG	Grundgesetz
GrStG	Grundsteuergesetz
KE	Kreuzeffizienz
KS	Kreisfreie Stadt
LK	Landkreis
MAVT	Multi-Attribute Value Theory
MP	Marktpotential
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations
SBKE	Spielbasierte Kreuzeffizienz
WZ2008	Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008

Teil I

Einleitung

In den vergangenen Jahren veröffentlichten große deutsche Tageszeitungen eigenständig oder gemeinsam mit Forschungsinstituten Ranglisten, die alle Landkreise und Städte hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Zukunftsaussichten beurteilten. Zu den bekanntesten Veröffentlichungen zählen das INSM-Städteranking, das INSM-Regionenranking, das Focus-Money-Landkreisranking, das HWWI/Berenberg-Städteranking und der Zukunftsatlas der Prognos Unternehmensberatung. Auf den ersten Blick verwunderlich scheint, dass die Ergebnisse über alle Veröffentlichungen hinweg ungleich ausfallen, obwohl alle hier genannten Rankings den Anspruch haben, das wirtschaftliche Wohlergehen bzw. die wirtschaftliche Zukunftsfähigkeit einer Region relativ zu allen anderen Regionen wiederzugeben. Betrachtet man beispielsweise die kreisfreie Stadt Augsburg, erhält diese eine gute Bewertung im Prognos Zukunftsaltas, in welchem sie einen Platz im ersten Quintil belegt. Im Focus-Money-Landkreisranking erlangt sie aber nur eine mäßige Platzierung, indem sie hier lediglich einen Platz im vierten Quintil erreicht. Weitere Platzierungen sind in Tabelle 0.1 aufgeführt:

Ranking	**Platz**	**Quintil**
INSM-Städte	35	2
INSM-Regionen	180	3
Focus-Money	266	4
HWWI-Berenberg	19	3
Prognos	82	1

Tabelle 0.1: Platzierungen der kreisfreien Stadt Augsburg in veröffentlichten Regionenrankings

Die für die kreisfreie Stadt Augsburg zu beobachtende Diskrepanz in den Platzierungen lässt sich für eine Vielzahl von Landkreisen und kreisfreien Städten zeigen. Auf den ersten Blick gibt es zahlreiche mögliche Gründe, die zu einer unterschiedlichen Ranking-Bewertung einer Region führen können. Wie beispielsweise zeitliche oder perspektivische Unterschiede. Da die betrachteten Ergebnisse jedoch alle aus den Jahren 2009 und 2010 stammen, kommt eine Veränderung der untersuchten Objekte über den Zeitverlauf nicht infrage. Eine divergierende Beurteilung kann somit nicht daraus resultieren, dass sich die Raumordnungsregion selbst bzw. die Raumordnungsregionen, mit denen sie sich vergleichen lassen muss, stark genug in dieser kurzen Frist verändert haben. Darüber hinaus vergleichen alle Rankings dieselben Raumordnungsgebiete, also dieselben Objekte mit identischen Eigenschaften, da es in dem betroffenen Zeitraum keine Neustrukturierung der Landkreise und Kreisstädte gegeben hat. Der Schluss liegt nahe, dass der Ursprung der beobachteten Divergenz in der Heterogenität der Wertsysteme liegt, mit der die einzelnen Rankings die Landkreise und kreisfreien Städte beurteilen, und die jedem Ranking inhärent sind. Das verwendete Wertsystem soll der Angabe nach bei allen veröffentlichten Rankings die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten einer Region wiedergeben. Trotzdem legt jedes Ranking eine unterschiedliche Gewichtung auf einzelne Teilbereiche und verwendet somit de facto ein anderes Wertsystem. Da es in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur kein geschlossenes Konzept gibt, wie sich die einzelnen wirtschaftlichen und sozioökonomischen Sachverhalte auf die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten einer Region auswirken, erfolgt die Aufstellung des Wertsystems in den jeweiligen Rankings auf der subjektiven Einschätzung der Verfasser. Nachdem deren Einschätzungen im Regelfall nur wenig regionalökonomisch fundiert erfolgen, fallen diese auch entsprechend unterschiedlich aus. Dass die jeweils vorausgesetzten, sehr unterschiedlichen und simplen Zusammenhänge tatsächlich der Realität entsprechen, kann, wie anhand wissenschaftlicher Literatur und eigener Überlegungen in vorliegender Arbeit gezeigt werden wird, berechtigterweise bezweifelt werden. Die veröffentlichten Rankings geben lediglich die subjektiven Ansichten ihrer Verfasser wieder und können in keiner Weise als objektive Bewertung der Regionen gesehen werden.

Demgemäß können auch die Aussagen der bisher veröffentlichten Rankings für die Zielgruppen wenig hilfreich und potenziell irreführend sein. Tatsächlich gibt es drei Gruppen, die von den in einem Ranking enthaltenen Informationen profitieren können, wenn das Ranking angemessen ausgestaltet ist. Dies sind standortsuchende Unternehmen, Vertreter der einzelnen Regionen sowie die Allgemeinheit.

Standortentscheidungen sind für Unternehmen von besonderer Bedeutung, da diese einen konstitutiven Charakter besitzen und einmal getroffene Entscheidungen nicht ohne erhebliche Kosten revidiert werden können (Fallgatter, 2006, S. 75). Dementsprechend sollten Unternehmen sorgfältig und weitsichtig bei der Wahl ihres Standorts handeln. Regionenrankings, welche die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten eines Standorts zutreffend wiedergeben, können hierzu wertvolle Informationen beitragen.

Eine Aussage über die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten im Vergleich zu anderen Regionen kann aber auch für die einzelnen Regionen und ihre Vertreter von Interesse sein. Insbesondere wenn sich Regionen im regionalen Standortwettbewerb sehen und sie die zukünftige Entwicklung positiv beeinflussen wollen, werden Informationen über die eigenen Stärken und Schwächen im Vergleich zum Wettbewerb benötigt. Dass die Ansiedlung von Unternehmen wesentlich für die Entwicklung einer Region ist, zeigt eine Vielzahl an Studien. So hängt das ökonomische Wachstum einer Region eng mit der Rate der Neuansiedlungen von Unternehmen ab (Reynolds, 1994). Außerdem wirken sich Unternehmensansiedlungen positiv auf die Arbeitsplatzverfügbarkeit in einer Region aus (Van Stel und Storey, 2004, S. 903). Allein die Anwesenheit von Unternehmen führt indirekt zur Ansiedlung von Zulieferbetrieben und damit zu einer Erhöhung der regionalen Kaufkraft

(Berlemann und Tilgner, 2006, S. 14).

Ein Regionenranking kann auch für die Allgemeinheit wertvolle Informationen liefern. So scheint es, dass die Öffentlichkeit das Bedürfnis nach einer Einschätzung über das abstrakte Objekt einer Region hat, für das es keinen objektiven Bewertungsstandard gibt. Anders ist die große Öffentlichkeitswirksamkeit der publizierten Regionenrankings nicht zu erklären.

Da ein Bedarf an Regionenrankings offenkundig existiert, dieser bisher aber nur unzureichend, da wenig wissenschaftlich und widersprüchlich, gedeckt wird, ist das Ziel vorliegender Arbeit, ein Ranking aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Zukunftsaussichten zu erstellen, ohne dabei das dem Ranking zugrunde liegende Wertsystem nur auf subjektive Annahmen zu stützen. Es soll ein Weg aufgezeigt werden, wie ein Ranking auch ohne tief greifende Annahmen über das Wertsystem erstellt werden kann. An Stellen, an denen das Treffen von Annahmen unausweichlich ist, erfolgen diese unter Rückgriff auf Aussagen der theoretischen und empirischen wirtschaftswissenschaftlichen Literatur sowie Unternehmensbefragungen. Es wird ein allgemeines Regionenranking erstellt, das weniger subjektive Aussagen liefern soll und von denen alle drei Zielgruppen profitieren können. Zusätzlich wird gezeigt, wie das Ranking in einem weiteren Schritt hinsichtlich bestimmter Zielgruppen angepasst werden könnte, um für diese als Hilfestellung im Auswahlprozess eines Standorts zu fungieren.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen verschiedene Probleme gelöst werden. Die größte Herausforderung besteht darin, einen Ausweg aus der Notwendigkeit eines allgemeinen und unveränderlichen Wertsystems zu finden, das die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten einer Region widerspiegeln kann. Dies ist erforderlich, da es keine Möglichkeit gibt, ein solches Wertsystem objektiv und wissenschaftlich begründet zu wählen. Der in dieser Arbeit verfolgte Weg ist, das Ranking anhand der Wertsysteme von standortsuchenden Unternehmen zu erstellen. Damit grenzt sich die vorliegende Arbeit von bisher veröffentlichten Rankings ab, indem die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten einer Region durch deren allgemeine Attraktivität als Standort für Unternehmen im Vergleich zu allen anderen Regionen angenähert wird und nicht mehr durch ein künstliches Wertsystem, das die realen Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der Region und deren wirtschaftlichen Zukunftsaussichten in nur sehr begrenztem Maß wiedergibt. Das erstellte Ranking kann dementsprechend zeigen, welche Aussichten eine Region zum aktuellen Zeitpunkt in der Standortwahl von Unternehmen hat. Diesem Ansatz folgend wird im Prozess der Rankingerstellung ein Katalog von Standortfaktoren identifiziert, der für den Großteil aller Unternehmen Einfluss auf deren Standortentscheidung nimmt. Auf Basis dieser Standortfaktoren wird anschließend für jede Region ein Profil erstellt, indem Daten von verschiedenen Datenlieferanten, wie den statistischen Ämtern des Bundes und der Länder, des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung sowie der Bundesagentur für Arbeit, kombiniert werden.

Der Vergleich der Regionen wird anhand der Data Envelopment Analyse durchgeführt. Das Ergebnis ist eine Rangfolge der Regionen hinsichtlich ihrer Attraktivität für Unternehmen als Standort. Die Data Envelopment Analyse hat bisher in Regionenrankings noch keine Anwendung gefunden, weist aber gegenüber üblichen Rankingmethoden entscheidende Vorteile auf. So ist die Identifikation der relevanten Standortfaktoren und ihrer jeweiligen Wirkungsrichtung ausreichend für das Erstellen eines aussagekräftigen Rankings. Übliche Rankingmethoden hingegen benötigen zusätzlich für jeden Standortfaktor eine vorgegebene Gewichtung, die die relative Bedeutung eines Standortfaktors im Vergleich zu allen anderen Standortfaktoren ausdrückt. Das Festlegen dieser Gewichtungsfaktoren stellt jedoch bei der Erstellung eines Rankings ein Problem dar, da keine ausreichenden wissenschaftlichen Anhaltspunkte existieren, wie diese begründet festzusetzen sind. Hier bleibt nur die Festlegung entsprechend persönlicher Einschätzungen der Autoren. Die Data Envelopment Analyse verwendet stattdessen die Gewichtungsfaktoren, die eine Region wählen würde, um im Vergleich am attraktivsten zu erscheinen. Der Rückgriff auf die Data Envelopment Analyse ermöglicht somit das Erstellen eines Rankings, ohne auf subjektive Einschätzungen zur relativen Bedeutung der einzelnen Standortfaktoren zurückgreifen zu müssen, und stellt demzufolge einen weniger subjektiven Ansatz dar als bisherige Methoden, die die Ansichten ihrer Autoren wiedergeben. Zusätzlich ermöglicht die Verwendung der Data Envelopment Analyse, durch das automatische Identifizieren von ähnlichen Vergleichsregionen, eine Analyse der Stärken und Schwächen jeder einzelnen Region im regionalen Standortwettbewerb im Allgemeinen als auch für einen bestimmten Wirtschaftszweig.

Die vorliegende Arbeit setzt sich aus insgesamt fünf Teilabschnitten zusammen. Nach der Einleitung erfolgt in Teil II die Abgrenzung des Begriffs eines Rankings, und es wird gezeigt, dass es sich dabei um eine von vier möglichen Formen eines Entscheidungsproblems handelt. Daran schließt die Diskussion der zur Lösung von Entscheidungsproblemen notwendigen Schritte und der hierbei mitunter auftretenden Probleme an. Diese findet bereits mit der Fokussierung auf die für die vorliegende Arbeit besonders relevanten Auswahl- und Rankingprobleme statt. In Teil III erfolgt das Vorstellen von üblicherweise für das Lösen von Auswahl- bzw. Rankingproblemen verwendeter Methoden. Im Anschluss wird eine ursprünglich dem Entscheidungskontext fremde Methode, die Data Envelopment Analyse, dargestellt und gezeigt, wie diese einen Mehrwert gegenüber bisher verwendeten Ansätzen bei der Rankingerstellung bieten kann. Teil IV besteht aus der Entwicklung und Umsetzung eines Methodenvorschlags für das Erstellen eines Regionenrankings aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte. An dieser Stelle wird auch aufgezeigt, wie sich das Ranking verändert, wenn man überregionale Effekte berücksichtigt und Regionen nicht ungeachtet ihres Umfelds evaluiert. Das resultierende Ranking wird separat dargestellt und im Vergleich zu den ursprünglichen Ergebnissen diskutiert. In Teil V wird gezeigt, wie man das Rankingverfahren anpassen kann, um es als Entscheidungshilfe für die Standortwahl von Unternehmen aus einem enger definierten Wirtschaftsbereich zu verwenden. Unter Verwendung des entwickelten Verfahrens wird anschließend am Beispiel des Wirtschaftszweigs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen ein Standortranking aller im Umkreis der kreisfreien Stadt Augsburg liegenden Regionen erstellt. Teil VI bildet den Abschluss der Arbeit und fasst die Hauptgedanken und Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammen.

Teil II

Entscheidungstheoretische Grundlagen für die Erstellung eines Rankings

1 Das Ranking als mögliche Lösungsform eines Entscheidungsproblems

Ist das Ziel, einen Methodenvorschlag für die Erstellung eines Regionenrankings zu machen, lohnt es sich, sich der Aufgabenstellung zunächst vom Kontext der Regionen losgelöst zu nähern. Es bleibt die Aufgabe, eine Mehrzahl von Objekten, die durch ihre Eigenschaften beschrieben werden können, einem gewählten Wertsystem nach in eine Rangfolge zu bringen. Dies entspricht nach Roy (1996) der Definition eines Rankingproblems, das er als eine von vier möglichen Ausprägungsformen eines Entscheidungsproblems versteht.

Roy (1996, S. 57 ff.) unterscheidet vier mögliche Kategorien, in die sich alle denkbaren Entscheidungsprobleme einteilen lassen: das Auswahl-, das Sortier-, das Ranking- und das Beschreibungsproblem.

1.1 Auswahlproblem

Das Ziel beim Lösen eines Auswahlproblems ist, eine einzige beste oder eine bestimmte Anzahl bester Alternativen aus einer Menge verfügbarer Alternativen einem gegebenen Wertsystem nach zu identifizieren. Die auf diese Weise als beste Lösung gewählten Alternativen sind jedoch nur relativ zur gegebenen Ausgangsmenge aller Alternativen optimal und nicht nach vordefinierten externen Normen (Bouyssou et al., 2006, S. 329).

Möchte ein Unternehmen eine neue Fertigungsstätte errichten, steht es beispielsweise vor einem Auswahlproblem, bei dem es nach dem oder den besten Standorten sucht. Für das Unternehmen ist lediglich die Unterteilung relevant, an welchen Standorten es sich niederlassen soll und an welchen nicht. Dabei ist nicht von Belang, ob ein nicht ausgewählter Standort a besser ist als ein nicht ausgewählter Standort b.

1.2 Sortierproblem

Der Begriff des Sortierproblems ist eng verbunden mit dem eines Ratings, beide werden daher oft als Synonyme verwendet. Das Sortierproblem verlangt, alle existierenden Alternativen in zwei oder mehr Klassen einzuteilen. Diese Klassen sind anhand eines Wertsystems vordefiniert und stellen in Bezug auf dieses Äquivalenzklassen dar. Die Klassen sind eine absolute Bewertung (Bouyssou et al., 2006, S. 330), die von der Ausgangsmenge der Alternativen unabhängig ist, da einzelne Klassen auch leer bleiben können. Die Zuordnung einer Alternative zu einer Äquivalenzklasse ändert sich somit nicht, wenn sich die Ausgangsmenge der zur Verfügung stehenden Alternativen ändert, sondern nur, wenn sich die bewertete Alternative selbst ändert.

Soll ein Rating bzw. eine Sortierung vorgenommen werden, so ergeben sich zwei Aufgaben: das Festlegen der Äquivalenzklassen mit deren Normen und die Einteilung aller Alternativen in die einzelnen Äquivalenzklassen durch den Abgleich ihrer Eigenschaften mit den jeweiligen Normen der einzelnen Äquivalenzklasse. Ziel ist es, jede Alternative genau einer Äquivalenzklasse zuzuordnen. Oftmals befinden sich die Äquivalenzklassen untereinander in einer festen Ordnung. Sind die Klassen der Attraktivität im Wertsystem nach geordnet, wird jede Alternative aus einer höheren Äquivalenzklasse allen Alternativen aus einer niedrigeren Äquivalenzklasse vorgezogen.

Ein Beispiel ist die vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung vorgenommene Einteilung aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte anhand verschiedener Siedlungsstrukturmerkmale in eine der folgenden vier Klassen: kreisfreie Großstädte, städtische Kreise, ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen und dünn besiedelte ländliche Kreise. Hierzu wurden die zu erfüllenden Bedingungen für die vier Klassen erstellt und anschließend jede Kreisregion einer dieser Klassen, entsprechend ihrer Eigenschaften, zugeteilt.

1.3 Rankingproblem

Bei einem Ranking ist das Ziel, eine vollständige und transitive Rangfolge (Bouyssou et al., 2006, S. 330) aller Alternativen einem Wertsystem nach zu erhalten. Dies wird erreicht, indem jeder Alternative eine Rangzahl zugewiesen wird, die deren Attraktivität, gemessen an der Grundlage des Wertsystems, wiedergibt. Da die Rangordnung über alle Alternativen aus der Ausgangsmenge gelegt wird, handelt es sich, wie in Abschnitt 1.1, um eine relative Beurteilung. Eine Veränderung der Ausgangsmenge kann somit auch zu einer Veränderung der Rangzahl führen. Dementsprechend kann keine absolute Aussage über die Attraktivität der besten Alternative gemacht werden. Es sind lediglich Aussagen über die Attraktivität im Vergleich zu Alternativen aus dem Ausgangsset möglich. Denn im Gegensatz zu den Äquivalenzklassen der Sortierproblematik aus Abschnitt 1.2 sind die Kategorien der Rankingproblematik nicht im Vorhinein anhand externer Normen festgelegt (Roy, 1996, S. 65).

Gegenüber der Auswahlproblematik aus Abschnitt 1.1 stellt ein Rankingproblem eine komplexere Form eines Entscheidungsproblems mit einer höheren Anforderung an den Informationsgehalt der Lösung dar. Während bei einem Auswahlproblem die beste Antwort oder die Menge der besten Antworten gefunden werden muss, erfordert die Rankingproblematik zusätzlich das Anordnen aller Alternativen entsprechend ihrer Attraktivität im gegebenen Wertsystem. Hat man die Alternativen in eine Reihenfolge gebracht, hat man gleichzeitig das Auswahlproblem gelöst, da lediglich die oberste Alternative abgelesen werden muss.

1.4 Beschreibungsproblem

Bisher wurde davon ausgegangen, dass das Entscheidungsproblem immer eindeutig definiert ist. Dies ist allerdings nur in den wenigsten Situationen der Fall, oftmals ist das Wertsystem nicht klar definiert. Ebenso gibt es selten eine festgelegte Menge an Alternativen. Wertsystem und Alternativen müssen häufig erst in einem iterativen Prozess erschlossen werden und können auch im weiteren Lösungsprozess von Änderungen betroffen sein. Wie Roy (1996, S. 69) anmerkt, kann es bei den drei vorangegangenen Problemen ebenfalls zu dieser Problematik kommen, und diese kann nie ausgeschlossen werden. Auch wenn sie als weniger relevant erscheinen mag, soll sie dennoch genannt werden, da sie in der Praxis die am häufigsten anzutreffende Problemkategorie ist.

Ein Beschreibungsproblem ist zum Beispiel, wenn ein Unternehmen expandierend auf der Suche nach einem neuen Standort ist, aber noch nicht geklärt ist, in welchem Umkreis nach diesem Standort gesucht werden soll und welche Anforderungen dieser zu erfüllen hat.

2 Allgemeine Beschreibung von Auswahl- und Rankingproblemen

Nachdem gezeigt wurde, dass ein Ranking eine Form eines Entscheidungsproblems darstellt, erscheint es sinnvoll, sich allgemeiner mit Entscheidungsproblemen zu befassen. Dies ermöglicht eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit den Herausforderungen bei der Erstellung eines Rankings. In der entscheidungstheoretischen Literatur sind bereits reichhaltige Hinweise zu Fallstricken und möglichen Lösungswegen zu finden. Im Folgenden wird das Augenmerk vor allem auf die Diskussion von Auswahl- und Rankingproblemen gelegt, da sich die vorliegende Arbeit im Schwerpunkt der Lösung dieser Problemformen widmet, in denen Regionen die Rolle der zu bewertenden Objekte einnehmen.

Im weiteren Verlauf wird dargestellt, dass sich jedes Auswahl- und Rankingproblem aus denselben Bestandteilen zusammensetzt und dass die maßgeblichen Herausforderungen zur Lösung beider Problemstellungen im Kern identisch sind.

2.1 Bestandteile

Ein Entscheidungsproblem setzt sich aus der Menge an Alternativen, deren Eigenschaften und dem Wertsystem, anhand dessen das Entscheidungsproblem gelöst werden soll, zusammen.

2.1.1 Alternativen und deren Eigenschaften

Im Kern eines Entscheidungsproblems sieht sich ein Entscheidungsträger verschiedenen Objekten und ihren jeweiligen Eigenschaften gegenüber, aus denen er eine Auswahl, oder über die er eine Rangordnung zu bilden hat. Diese Objekte werden fortan als Alternativen bezeichnet. Aus dieser Menge aller denkbaren oder ihm zur Verfügung stehenden

Alternativen $\mathcal{A}$ kann er wählen, welche der n Alternativen er realisieren möchte und welche nicht. Eine Alternative a wird in diesem Kontext durch ihre quanti- oder qualitativen Eigenschaften beschrieben (Turskis und Zavadskas, 2011, S. 410) und unterscheidet sich nur durch diese von allen anderen Alternativen. Die Eigenschaften der Alternativen entstehen wiederum durch die Ausprägung ihrer m unterschiedlichen Merkmale bzw. Attribute. So kann eine Alternative a durch ihren Attributevektor

$$\boldsymbol{a} = (a_1, \ldots, a_i, \ldots, a_m)$$

vollständig beschrieben werden.

Aus Sicht der Standortwahl unterscheiden sich Regionen in ihren Eigenschaften, wie zum Beispiel den Kosten der Ansiedlung oder den Transportkosten zu den angestrebten Absatzmärkten. Ob eine Region wiederum die Eigenschaft niedriger oder hoher Kosten der Ansiedlung hat, wird bestimmt durch die Ausprägung der Attribute, wie zum Beispiel des örtlichen Gewerbesteuerhebesatzes oder der Kosten pro Quadratmeter Bauland.

2.1.1.1 Skalen- und Messniveau der Attributsausprägungen

Ein Attribut liegt in einem von mehreren möglichen Skalen- und Messniveaus vor. Dadurch kann es dazu kommen, dass verschiedene Attribute oft entweder in unterschiedlichen Maßeinheiten vorliegen oder dass die zur Beschreibung verwendeten Skalen schon aufgrund ihres Informationsgehalts nicht miteinander vergleichbar sind. So kann beispielsweise bereits der in Prozentpunkten ausgedrückte Gewerbesteuerhebesatz nicht direkt mit dem in Euro pro Quadratmeter ausgedrückten Kaufpreis für Bauland verrechnet werden. Zusätzlich erschwert wird ein Vergleich, wenn ein Attribut nur in Niveauaussagen wie „gut“, „mittel“ und „schlecht“ vorliegt. Dies ist zum Beispiel bei der empfundenen Lebensqualität der Angestellten an einem Standort der Fall. Die Eigenschaften der vorliegenden Skalen sind somit insbesondere auch deswegen wichtig, da nicht mit jedem Skalenniveau jede Rechenoperation durchgeführt werden kann. Dies wird ein elementarer Punkt sein, wenn es um die Anforderungen für die Verwendung und die Auswahl eines Lösungsansatzes in Kapitel III gehen wird.

Eine Messskala setzt sich aus den drei Bestandteilen der Menge der Objekte, einer Menge von Zahlen und der Abbildung der Objekte auf diese Zahlen zusammen (Saaty, 1990, S. 10). Die Messskalen von Attributen können nominal, ordinal oder kardinal sein und unterscheiden sich hinsichtlich ihres Informationsgehalts.

Attributsausprägungen auf einer nominalen Messskala erlauben lediglich eine Einteilung oder Klassifikation. Ein Beispiel für ein nominales Attribut ist die Unterscheidung einer Region in die Typen Landkreis oder Kreisstadt.

Eine numerische Zuordnung f_i ist eine Nominalskala, wenn gilt (Schneeweiß, 1991, S. 42):

$$a_i \neq b_i \Rightarrow f_i(a_i) \neq f_i(b_i).$$

Eine Verrechnung der Attributsausprägungen ergibt keinen Sinn.

Attribute, die sich anhand einer ordinalen Messskala messen lassen, ermöglichen einen Vergleich zwischen Alternativen, der über Gleichheit oder Ungleichheit hinsichtlich der Ausprägung von Attribut i hinausgeht, und erlauben das Erstellen einer Rangordnung.

Eine numerische Zuordnung f_i ist eine Ordinalskala, wenn gilt (vgl. Schneeweiß, 1991, S. 43):

$$a_i \succ b_i \Rightarrow f_i(a_i) > f_i(b_i)$$
$$a_i \sim b_i \Rightarrow f_i(a_i) = f_i(b_i).$$

Sie ist invariant gegenüber Transformationen mit streng monoton steigenden Funktionen (vgl. Schneeweiß, 1991, S. 43). Dementsprechend ist die Bildung von Summen, Differenzen, Produkten oder Verhältnissen nicht möglich bzw. ohne Sinngehalt. Attribute mit einer ordinalen Ausprägung geben eine Einordnung der Alternativen in gereihte Klassen wieder. Die Einordnung einer Kreisstadt nach ihrer Einwohnerzahl in eine der Größenkategorien Landstadt (weniger als 5.000 Einwohner), Kleinstadt (bis 20.000 Einwohner), Mittelstadt (bis 100.000 Einwohner) etc. ist dafür ein Beispiel. Die Bezeichnung der Kategorien kann auch die Zahlenform annehmen.

Ein kardinales Attribut liegt vor, wenn neben der Bildung einer Rangordnung auch Aussagen über die Größe der Abstände zwischen den Alternativen hinsichtlich des betrachteten Attributs getroffen werden können (Schneeweiß, 1991, S. 45). Von der Existenz eines natürlichen Nullpunkts hängt ab, ob eine Intervallskala oder eine Verhältnisskala vorliegt (Schneeweiß, 1991, S. 46). Angenommen es gibt vier Alternativen a, b, c und d mit ihren Ausprägungen des Attributs i a_i, b_i, c_i, d_i auf einer kardinalen Skala mit einem natürlichen Nullpunkt. Dann lässt sich nicht nur eine Aussage darüber treffen, ob die Differenz der Attributsausprägung zwischen den Alternativen a und b, sprich $(a_i - b_i)$, größer, kleiner oder gleich der Differenz der Attributsausprägung zwischen den Alternativen c und d, sprich $(c_i - d_i)$, ist, sondern auch in welchem Verhältnis die Differenzen zueinander stehen. Existiert kein natürlicher Nullpunkt, wie zum Beispiel bei der Temperaturskala, dann lässt sich keine Aussage über das Verhältnis der Differenzen treffen. Es handelt sich dann um eine Intervallskala, in der nur die Intervallgrößen ins Verhältnis gesetzt werden können. Intervallskalen sind eindeutig bis auf positiv-lineare Transformationen, wogegen dies bei Verhältnisskalen nur für proportionale Transformationen der Fall ist (vgl. Schneeweiß, 1991, S. 45 f.).

Die Einwohnerdichte einer Region, gemessen in Einwohner pro Quadratkilometer, ist ein Beispiel für eine Verhältnisskala. Aussagen wie „Stadt a hat eine doppelt so hohe Einwohnerdichte wie Stadt b“ oder „in Landkreis c wohnen im Durchschnitt 30 Einwohner weniger pro Quadratkilometer als in Landkreis d“, sind durch entsprechende Operationen problemlos zu treffen. Bei einer Intervallskala ist nur letztere Aussage möglich.

2.1.2 Wertsystem des Entscheidungsträgers

Als Ursprung des Wertsystems wird in den meisten Fällen ein Entscheidungsträger gesehen, der mit seiner Entscheidung bestimmte Ziele verfolgt. Das Wertsystem drückt aus, wie die Eigenschaftsausprägungen einer Alternative die Ziele des Entscheidungsträgers zu unterstützen vermögen. Ist ein Unternehmen auf der Suche nach dem gewinnträchtigsten Produktionsstandort, hängt es von den Eigenschaftsausprägungen des Standorts ab, wie den Kosten der Ansiedlung oder der Nähe zu Absatzmärkten, inwiefern der Standort das gesteckte Ziel der Gewinnmaximierung des Entscheidungsträgers fördert. Alternativ existieren auch nicht unmittelbar von einem Entscheidungsträger stammende Wertsysteme. Woher ein Wertsystem stammt, macht für die Diskussion jedoch keinen Unterschied, sodass der Einfachheit halber im Folgenden immer von einem Entscheidungsträger ausgegangen wird.

Der Entscheidungsträger kann ein Individuum oder eine Gruppe von Individuen sein, welche die Entscheidung darüber treffen, welche Alternativen aus der Menge aller möglichen Alternativen implementiert werden. Das einzelne Individuum hat ihm inhärente Präferenzen, durch die gegebenenfalls bestimmt wird, welche Alternative allen anderen Alternativen vorzuziehen ist. Die Präferenzen des Entscheidungsträgers sind demnach entweder die Präferenzen des allein entscheidenden Individuums oder aber die aggregierte kollektive Präferenz aller individuellen Präferenzen einer Gruppe. Die Präferenzen des Entscheidungsträgers hinsichtlich einzelner Attributsausprägungen und der relativen Bedeutung der Attribute untereinander wird als Wertsystem bezeichnet und ermöglicht die Abwägungen innerhalb einzelner sowie verschiedener Attribute (vgl. Schneeweiß, 1991, S. 88 ff.).

Abwägungen innerhalb eines Attributs i wären im Kontext der Standortsuche, ob eine

Halbierung der Kosten pro Quadratmeter Bauland diesen Standort, bezogen auf dieses Attribut, doppelt so interessant machen, oder ob die Halbierung nur zu einer unterproportionalen Steigerung der Attraktivität des Standorts führt. Abwägungen über verschiedene Attribute hingegen sind notwendig, wenn zum Beispiel beurteilt werden soll, ob ein Standort a, der zehn Euro pro Quadratmeter günstiger im Kauf des Baulands und gleichzeitig ein Prozent teurer in der regionalen Steuerbelastung als ein Standort b ist, besser oder schlechter aus der Sicht des Entscheidungsträgers ist.

Die Präferenzen eines Entscheidungsträgers hinsichtlich der Alternativen können verschiedene Eigenschaften aufweisen und unterschiedliche Formen annehmen. Zu deren Darstellung ist die Modellierung der Präferenzen notwendig.

2.1.2.1 Modellierung von Präferenzen mit binären Relationen

Eine mögliche und weit verbreitete Methode ist, Präferenzen als binäre Relation zwischen Alternativen mathematisch abzubilden (vgl. Bouyssou, 2009, S. 50 ff.). Eine binäre Relation R ist eine Teilmenge des kartesischen Produkts $\mathcal{A} \times \mathcal{A}$. Ist das geordnete Paar $(a, b) \in R$ mit $a, b \in \mathcal{A}$, dann steht a in Relation R zu b. Die für diesen Fall verwendete Notation ist aRb. Ist $(a, b) \notin R$ wird $a \neg Rb$ geschrieben.

Zwischen zwei Alternativen a und b sind folgende vier Präferenzrelationen, entweder zwischen den Alternativen im Ganzen oder im Hinblick auf ein bestimmtes Attribut i, möglich[1]:

Strikte Präferenzrelation P

Die Alternative a wird gegenüber der Alternative b hinsichtlich Attribut i strikt vorgezogen. Es gilt:

$$aP_ib \quad \text{bzw.} \quad a \succ_i b.$$

Indifferenzrelation I

Die beiden Alternativen a und b werden hinsichtlich Attribut i als gleichwertig angesehen und gehören derselben Äquivalenzklasse an. Es gilt:

$$aI_ib, bI_ia \quad \text{bzw.} \quad a \sim_i b.$$

[1] Werden Alternativen im Ganzen verglichen und nicht nur anhand eines Attributs, dann entfällt jeweils der das Attribut benennende Index i. Die folgenden Darstellungen erfolgen auf Ebene eines einzelnen Attributs i.

Präferenzrelation Q

Die Alternative a ist hinsichtlich Attribut i nicht schlechter, oder mindestens so gut, wie die Alternative b. Es gilt:

$$aQ_ib \iff aP_ib \qquad \text{oder} \qquad aI_ib.$$

Somit ist $Q_i = P_i \cup I_i$, wofür auch $\succeq_i$ geschrieben werden kann. Es sind alle Elemente Bestandteil der Menge Q_i, die entweder Bestandteil von P_i oder I_i sind.

Nichtvergleichbarkeit J

Die Alternativen a und b sind mangels Informationen oder genereller Unvergleichbarkeit nicht miteinander vergleichbar:

$$aJ_ib \iff a\neg P_ib \wedge b\neg P_ia \wedge a\neg Q_ib \wedge b\neg Q_ia \wedge a\neg I_ib \wedge b\neg I_ia.$$

Binäre Relationen können verschiedene Eigenschaften aufweisen. So ist die binäre Relation R_i auf die Menge $\mathcal{A}$

reflexiv, wenn aR_ia

transitiv, wenn aR_ib und $bR_ic \quad \Rightarrow aR_ic$

vollständig, wenn aR_ib oder bR_ia für alle $a, b \in \mathcal{A}$ gilt (vgl. Bouyssou, 2009, S. 52).

2.1.2.2 Modellierung von Präferenzen mit numerischen Repräsentationen

Eine zweite Möglichkeit, die Präferenzstrukturen eines Individuums mathematisch erfassbar zu machen, die zu einem späteren Zeitpunkt der Arbeit noch größere Bedeutung erlangen wird, ist die Suche bzw. Erstellung einer numerischen Repräsentation der Präferenzen (vgl. Fishburn, 1999). Das bedeutet, es wird eine Abbildung $g_i : A \mapsto \mathbb{R}^+$ gesucht, für die gilt:

$$\begin{aligned} g_i(a) > g_i(b) \quad &\iff \quad aP_ib, \\ g_i(a) = g_i(b) \quad &\iff \quad aI_ib \end{aligned}$$

und somit auch

$$g_i(a) \geq g_i(b) \quad \iff \quad aQ_ib.$$

Die numerische Repräsentation ist jedoch nicht eindeutig. Sie ist lediglich bis zu einer positiv affinen Transformation eindeutig (vgl. Fishburn, 1999, S. 362).

2.1.2.3 Mögliche Präferenzstrukturen

Anhand der beiden behandelten Modellierungsmöglichkeiten werden nun mögliche Präferenzstrukturen vorgestellt, die, zwischen den einzelnen Attributsausprägungen von Alternativen, oder zwischen Alternativen, aus Sicht eines Entscheidungsträgers existieren können. Dies ist auch aus Definitionsgründen für die vorliegende Arbeit notwendig, da in der Literatur unterschiedliche Bezeichnungen für dieselbe Präferenzstruktur verwendet werden.

2.1.2.3.1 Totalordnung

Unter der Präferenzstruktur einer Totalordnung wird eine Rangordnung verstanden, die folgende Bedingungen erfüllt (Öztürk und Tsoukiàs, 2005, S. 40 f.)[2]:

(A-1) $I_i = \{(a,a), \forall a \in A\}$,

(A-2) P_i ist transitiv,

(A-3) $P_i \cup I_i$ ist reflexiv und vollständig.

Die Bedingung (A-1) legt fest, dass die Indifferenzrelation nur zwischen hinsichtlich Attribut i identischen Alternativen erlaubt ist. Dies verhindert eine Ranggleichheit von hinsichtlich Attribut i nicht identischen Alternativen. Dementsprechend ist die Präferenzordnung eines Entscheidungsträgers immer dann eine Totalordnung, wenn alle Alternativen untereinander vergleichbar sind und es zu keinem Gleichstand zwischen zwei nicht identischen Alternativen kommt. Würde der Entscheidungsträger gefragt werden, so könnte er eine eindeutige Antwort darüber geben, welche der Alternativen a oder b er hinsichtlich Attribut i bevorzugt.

Die Funktion $g_i : A \mapsto \mathbb{R}^+$ ist die numerische Repräsentation einer Totalordnung, falls

[2] Alternative, aber anhand anderer Eigenschaften getroffene und dennoch gleichwertige Definitionen finden sich in Bouyssou (2009, S. 57), Bouyssou et al. (2006, S. 84), Bridges und Mehta (1995, S. 3) und Pirlot und Vincke (1997, S. 55).

gleichzeitig gilt (Bouyssou, 2009, S. 59):

$$\begin{aligned} aR_ib &\iff g_i(a) > g_i(b), \\ g_i(a) = g_i(b) &\implies a = b. \end{aligned}$$

Grafisch lässt sich die Präferenzstruktur einer Totalordnung wie in Abbildung 2.1 darstellen, wobei ein Pfeil von a nach b bedeutet, dass aR_ib gilt.

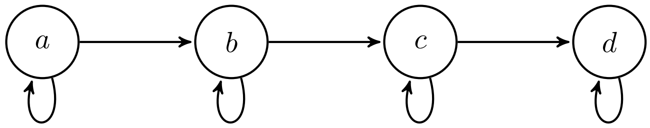


Abbildung 2.1: Totalordnung (eigene Darstellung in Anlehnung an Bouyssou (2009, S. 58))

2.1.2.4 Schwache Rangordnung

Die Präferenzordnung eines Entscheidungsträgers nimmt nach Öztürk und Tsoukiàs (2005, S. 41)[3] die Form einer schwachen Ordnung bezüglich Attribut i an, wenn:

(B-1) I_i transitiv ist,

(B-2) P_i transitiv ist,

(B-3) $P_i \cup I_i$ reflexiv und vollständig ist.

Vergleicht man die Bedingungen (A-1) bis (A-3) und (B-1) bis (B-3) fällt auf, dass der einzige Unterschied zwischen einer Totalordnung und einer schwachen Ordnung in den Bedingungen (A-1) und (B-1) liegt. Innerhalb einer schwachen Ordnung ist die Indifferenzrelation I_i zwischen hinsichtlich Attribut i nicht identischen Alternativen zugelassen. Folglich ist der einzige Unterschied zu einer Präferenzrelation in Form einer totalen Ordnung, dass der Entscheidungsträger nun zwischen mehreren Alternativen hinsichtlich Attribut i indifferent sein kann und diese diesbezüglich als gleichwertig betrachtet. Eine schwache Ordnung kann somit als totale Ordnung der Äquivalenzklassen, die durch die Äquivalenzrelation I_i aufgestellt werden, gesehen werden.

[3] Alternative, aber anhand anderer Eigenschaften getroffene und dennoch gleichwertige Definitionen finden sich in Bouyssou et al. (2006, S. 85), Bouyssou (2009, S. 60), Bridges und Mehta (1995, S. 2) oder Pirlot und Vincke (1997, S. 54).

Die numerische Repräsentation einer schwachen Ordnung ist die Funktion $g_i : A \mapsto \mathbb{R}^+$, wenn gilt (Pirlot und Vincke, 1997, S. 9):

$$aP_ib \iff g_i(a) > g_i(b),$$
$$aI_ib \iff g_i(a) = g_i(b).$$

Abbildung 2.2 zeigt eine schwache Rangordnung. Hier gibt es die drei Äquivalenzklassen $\{a\}$, $\{b, c\}$ und $\{d\}$. Die schwache Ordnung stellt zwischen diesen Äquivalenzklassen eine totale Ordnung her.

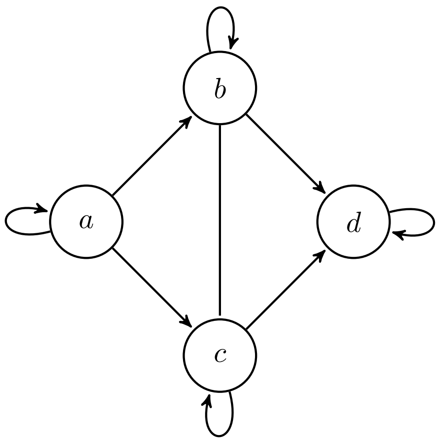


Abbildung 2.2: Schwache Ordnung mit den drei Äquivalenzklassen $\{a\}$, $\{b, c\}$ und $\{d\}$ (eigene Darstellung in Anlehnung an Bouyssou (2009, S. 58))

2.1.2.5 Halbordnung

Im Regelfall wird von der Transitivität der Indifferenzrelation I ausgegangen. Dass diese Annahme nicht immer der Realität entspricht, veranschaulicht Luce (1956, S. 179) in seinem Kaffee-Zucker-Beispiel.[4] In diesem wird gezeigt, dass Unterschiede in einzelnen Attributsausprägungen zwischen Alternativen, die unterhalb der Wahrnehmungs- oder Relevanzschwelle liegen, nicht für die Aussage der Präferenz der einen über die andere Alternative ausreichen.

Werden einem Entscheidungsträger, der seinen Kaffee gerne mit Zucker trinkt, 400 Tassen Kaffee vorgesetzt, und unterscheiden sich diese nur in Attribut i um je ein Korn Zucker, so wird es dem Entscheidungsträger nicht möglich sein, zwischen der Tasse a^Z mit Z

[4]Eine Alternative findet sich in Armstrong (1939, S. 457).

Körnern Zucker und der Tasse a^{Z+1} mit einem Korn Zucker mehr, ein Präferenzurteil zu treffen. So wird er zu der Aussage $a^Z I_i a^{Z+1}$ gelangen, obwohl $a^0 \prec_i a^{400}$ gilt. Die mangelnde Unterscheidungsmöglichkeit bei zu kleinen Differenzen würde zusammen mit der Transitivitätsannahme der Indifferenzrelation I_i aber zu

$$a^0 I_i a^1 I_i a^2 I_i \ldots I_i a^{400} \quad \Rightarrow \quad a^0 I_i a400$$

führen, was offensichtlich ein Widerspruch zu $a^0 \prec_i a^{400}$ ist.

Dementsprechend gibt es Gründe, die Annahme der Transitivität der Indifferenzrelation I_i aufzugeben. Es ergibt sich eine Präferenzrelation in Form einer Halbordnung mit folgenden Eigenschaften (Öztürk und Tsoukiàs, 2005, S. 41 f.)[5]:

(C-1) $P_i I_i P_i \subset P_i$,

(C-2) $P_i^2 \cap I_i^2 = \emptyset$,

(C-3) $P_i \cup I_i$ ist reflexiv und vollständig.

Die Eigenschaft (C-1) impliziert die Transitivität der strikten Präferenzrelation P_i[6] da I_i reflexiv ist (Pirlot und Vincke, 1997, S. 52). Am Kaffee-Zucker-Beispiel angewandt, führt es zu

$$a^0 P_i a^{200} I_i a^{201} P_i a^{400} \quad \Rightarrow \quad a^0 P_i a^{400}.$$

Ausdruck (C-2) besagt, dass in der Form einer Halbordnung für zwei beliebige Alternativen a und b aus $\mathcal{A}$ keine Alternativen $c, d \in \mathcal{A}$ existieren dürfen, für die gleichzeitig aP_ic und cP_ib (aP_i^2b) sowie aI_id und dI_ib (aI_i^2b) gilt (Roy, 1996, S. 112). Bei der Präferenzstruktur einer Halbordnung gibt es somit neben der Übereinstimmung der Attributsausprägung eine zusätzliche Quelle für das Halten der Indifferenzrelation I. So müssen zwei Alternativen a und b in dem betrachteten Attribut i erst genügend weit auseinander liegen, damit nicht mehr von Indifferenz eines Individuums zwischen den Alternativen a und b hinsichtlich des Attributs i ausgegangen werden kann.

Demnach existiert für ein Attribut i ein Schwellenwert $q_i > 0$, den die Differenz zwischen den Attributsausprägungen a_i und b_i erst überschreiten muss, damit aus Sicht des

[5]Alternative, aber anhand anderer Eigenschaften getroffene und dennoch gleichwertige Definitionen finden sich in Bouyssou et al. (2006, S. 86), Roy (1996, S. 113), Pirlot und Vincke (1997, S. 52 ff.) oder Bouyssou (2009, S. 66).

[6]Tversky (1969) zeigt, dass auch die strikte Präferenzrelation P_i nicht unter allen Umständen transitiv sein muss. Der Argumentation von Luce und Winterfeldt (1994, S. 267 ff.) folgend soll dies aber nicht Bestandteil dieser Arbeit, die dem präskriptiven Ansatz folgt, sein.

Entscheidungsträgers aP_ib gilt. Dieser Schwellenwert kann im Sinne des Kaffee-Zucker-Beispiels (siehe S. 19) eine Wahrnehmungsschwelle sein, ab der ein Entscheidungsträger einen Unterschied zwischen a und b in Attribut i wahrnehmen kann (Armstrong, 1950, S. 122), oder aber eine Toleranzgrenze, ab welcher die Differenz zwischen den Attributsausprägungen für einen Entscheidungsträger einen nicht trivialen Unterschied darstellt (Pirlot und Vincke, 1997, S. 9).

Die Funktion $g_i : A \mapsto \mathbb{R}^+$ ist somit immer dann eine numerische Repräsentation der Präferenzordnung einer Halbordnung, wenn

$$\begin{aligned} aP_ib \quad &\iff \quad g_i(a) \geq g_i(b) + q_i, \\ aI_ib \quad &\iff \quad |g_i(a) - g_i(b)| \leq q_i \end{aligned}$$

gilt, was sich zu

$$aR_ib \quad \iff \quad g_i(a) \geq g_i(b) - q_i$$

verbinden lässt (Pirlot und Vincke, 1997, S. 10 f.).

Sobald ein Schwellenwert $q_i > 0$ gewählt wird, ist die Indifferenzrelation I_i nicht mehr transitiv. Bei der Wahl eines Schwellenwerts von $q_i = 0$ wird aus einer Halbordnung wieder mindestens eine schwache Ordnung, in der Indifferenz nur dann zu Stande kommt, wenn die Attributsausprägungen absolut gleichwertig sind.

Solange aber $q_i > 0$ gilt, kann die Indifferenzrelation nicht mehr als Ursprung für Äquivalenzklassen von Alternativen dienen. Der komplette Informationsgehalt der Ordnung liegt nun in der strikten Präferenzrelation P_i, da $R_i = P_i \cup I_i$ und nach Pirlot und Vincke (1997, S. 10)

$$aI_ib \quad \iff \quad a\neg P_ib \quad \wedge \quad b\neg P_ia$$

gilt. Es existiert somit eine direkte Verbindung zwischen dem Einführen eines Schwellenwerts $q_i > 0$ und dem Abrücken von der Transitivitätsannahme der Indifferenzrelation I_i.

Abbildung 2.3 zeigt eine Halbordnung mit aI_ibP_ic.

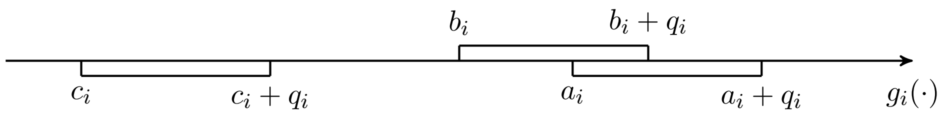


Abbildung 2.3: Halbordnung (vgl. Pirlot und Vincke, 1997, S. 11)

2.1.2.6 Intervallordnung

Die Struktur der Intervallordnung ist eine Verallgemeinerung aller bisher behandelten Strukturen und ermöglicht den Vergleich von Wertintervallen auf einer ordinalen Skala. Dies ist zum Beispiel sinnvoll, wenn Unsicherheit hinsichtlich der Ausprägung eines Attributs herrscht und keine festen Werte, sondern lediglich Konfidenzintervalle angegeben werden können, innerhalb derer sich die Attributsausprägung letztendlich mit hoher Wahrscheinlichkeit realisieren wird.

Während bei einer Halbordnung der Schwellenwert q eine Konstante ist, ist dies bei der Struktur einer Intervallordnung nicht zwangsläufig der Fall. Der Schwellenwert kann auch die Form einer Funktion annehmen (Pirlot und Vincke, 1997, S. 60). Durch die Variabilität des Schwellenwertes q kann es nun zu dem Fall kommen, dass sich die Intervalle gegenseitig enthalten. So ist nach Pirlot und Vincke (1997, S. 14) eine Intervallordnung auch eine Halbordnung, sobald sich die Konfidenzintervalle aus $g_i(a) + q_i(a)$ und $g_i(b) + q_i(b)$ nicht gegenseitig enthalten.

Die Struktur einer Intervallordnung hat folgende Eigenschaften (Öztürk und Tsoukiàs, 2005, S. 16; Pirlot und Vincke, 1997, S. 61):

(D-1) $P_i I_i P_i \subset P_i$,

(D-2) $P_i \cup I_i$ ist reflexiv und vollständig.

Im Vergleich zu den Eigenschaften der Halbordnung (siehe S. 20) fehlt das Äquivalent zu Eigenschaft (C-2). Innerhalb einer Intervallordnung gibt es jetzt Handlungsalternativen, welche die Annahme (C-2) verletzen können. Dies tritt genau dann ein, wenn sich Intervalle enthalten und somit die linke Grenze von a links und die rechte Grenze von a rechts der jeweiligen Grenzen von b liegen. Dieser Fall ist mit aI_id, bI_id, cI_id, aber auch aP_ibP_ic in Abbildung 2.4 dargestellt.

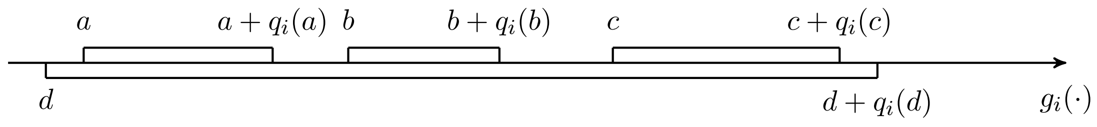


Abbildung 2.4: Intervallordnung (vgl. Pirlot und Vincke, 1997, S. 14)

Die Präferenzordnung hat nach Pirlot und Vincke (1997, S. 14) eine numerische Repräsentation, wenn eine Funktion $g_i : A \mapsto \mathbb{R}^+$ und q existiert, welche die Eigenschaften

$$
\begin{aligned}
aP_ib &\iff g_i(a) > g_i(b) + q_i(b),\\
aI_ib &\iff \begin{cases} g_i(a) \leq g_i(b) + q_i(b) \\ g_i(b) \leq g_i(a) + q_i(a) \end{cases}
\end{aligned}
$$

erfüllt.

2.1.2.7 Ordnungen mit Unvergleichbarkeit

Jede der vier vorgestellten Präferenzstrukturen, Totalordnung, schwache Ordnung, Halbordnung und Intervallordnung, kann durch das Zulassen von Unvergleichbarkeit zwischen zwei Alternativen hinsichtlich des Attributs i und der damit verbundenen Hinzunahme der Bedingung

(J-1) J_i ist irreflexiv und symmetrisch

mit der Unvergleichbarkeitsrelation J_i, zu jeweils einer partiellen Ordnung, Quasi-Ordnung, partiellen Halbordnung oder partiellen Intervallordnung verallgemeinert werden (Öztürk und Tsoukiàs, 2005, S. 44).

2.2 Maßgebliche Problemstellung bei Entscheidungsproblemen

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Bestandteile eines Entscheidungsproblems erläutert wurden, wird nun dargestellt, unter welchen Umständen ein Entscheidungsproblem tatsächlich nicht ohne weiteren Aufwand zu lösen ist. Denn nicht immer, wenn zwischen einer Anzahl an Alternativen eine Wahl getroffen werden muss, entsteht automatisch ein nicht ohne Weiteres zu lösendes Entscheidungsproblem. Hierfür müssen erst bestimmte Gegebenheiten erfüllt sein. Zur Vereinfachung der Darstellung wird im Folgenden angenommen, dass für alle relevanten Attribute einer Alternative gilt, dass „mehr“ auch immer gleich „besser“ bedeutet.

Damit ein Auswahl- oder Rankingproblem im Sinne der vorliegenden Arbeit besteht, dürfen verschiedene Sachverhalte nicht erfüllt sein. Grundlegend für ein Auswahlproblem ist, dass es keine einzelne dominante Alternative a geben darf, die alle Alternativen $b \in \mathcal{A}$ hinsichtlich aller Attribute i übertrifft. Vielmehr entsteht die Schwierigkeit der Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme erst dann, wenn eine Mehrzahl effizienter bzw. pareto-optimaler oder dominanter Alternativen existiert und zwischen diesen eine Auswahl getroffen werden muss. Schneeweiß (1991, S. 110 ff.) folgend werden die drei Begriffe effizient, pareto-optimal und dominant als Synonyme verwendet und charakterisieren Alternativen, die auf dem effizienten Rand liegen und damit selbst nicht dominiert werden.

Soll zum Beispiel ein Standort gewählt werden und ist unter den Standortalternativen eine Region, die in allen Attributen mindestens den gleichen oder aber einen besseren Wert aufweist wie alle anderen Regionen, dann ist diese Region ohne weiteren Aufwand als bester Standort zu erkennen.

Ausschlaggebend für ein Rankingproblem hingegen ist, dass die Alternativen nicht in allen Attributen die gleiche Reihenfolge aufweisen. Sollen die drei Alternativen a, b und c in eine Rangfolge gebracht werden und gilt für jedes relevante Attribut i, dass die Alternative a besser als die Alternative b abschneidet und diese wiederum einen besseren Wert als die Alternative c aufweist, dann ist auch hier die abzuleitende Rangfolge ohne weiteres Zutun ersichtlich.

In der Realität existiert stattdessen oft der Fall, dass sich die Alternativen in mindestens zwei Attributen unterscheiden und diese gegensätzlich ausgeprägt sind. Vielfach ist der Zustand, dass für mindestens zwei Attribute i und $i + 1$

$$a_i > b_i \quad \wedge \quad a_{i+1} < b_{i+1}$$

gilt und somit, gegeben der getroffenen Annahme, dass mehr immer besser ist, auch

$$a \succ_i b \quad \wedge \quad a \prec_{i+1} b$$

den Präferenzen des Entscheidungsträgers nach gilt. Um zu einem alle Attribute umfassenden Ergebnis der Auswahl oder der Rangfolge zu kommen, muss somit eine Verrechnung des Unterschieds der Alternativen hinsichtlich Attribut i mit dem Unterschied hinsichtlich Attribut $i + 1$ erfolgen. Die Lösung des Konflikts zwischen den sich widersprechenden partiellen Präferenzordnungen, die sich auf jeweils ein Attribut beziehen, um zu einer alle Attribute berücksichtigenden Präferenzordnung zu kommen, stellt den Problemkern multikriterieller Entscheidungen dar.

3 Allgemeine Vorgehensweise zur Lösung von Auswahl- und Rankingproblemen

Soeben wurden die Bestandteile eines Entscheidungsproblems erläutert und dargestellt, in welcher Konstellation diese zueinander stehen müssen, damit es keine leicht ersichtliche Lösung eines Entscheidungsproblems gibt. Nun wird gezeigt, welche Schritte allgemein notwendig sind, um ein Entscheidungsproblem zu lösen bzw. eine Rangordnung oder eine Auswahlempfehlung, entsprechend der Präferenz des Entscheidungsträgers, zu formulieren. Dabei ist das grundlegende Ziel, die Präferenzen des Entscheiders abzubilden und anhand dessen Wertsystem die Alternativen zu evaluieren.

3.1 Notwendige Schritte zur Lösung eines Entscheidungsproblems

Der erste Schritt zur Lösung eines Entscheidungsproblems ist die Ermittlung der zur Wahl stehenden Alternativen. Die Menge der Alternativen, aus der ein Entscheidungsträger wählen kann, ist in vielen Entscheidungsproblemen unbestimmt und muss erst anhand einer eingehenden Analyse ermittelt werden. Bei einer Standortwahl entspricht dieser Schritt der Identifikation aller potenziellen Standorte. Erstellt man ein Regionenranking wäre es die Menge aller Regionen, die in dem Ranking miteinander verglichen werden sollen.

Der zweite Schritt ist das Bestimmen der Ziele, die ein Entscheidungsträger bei seiner Entscheidung oder Auswahl verfolgt. Sind die Alternativen und Ziele des Entscheidungsträgers bekannt, folgt im dritten Schritt die Wahl einer geeigneten Messgröße für den Erreichungsgrad der gesetzten Ziele des Entscheidungsträgers. Das bedeutet, es wird für jedes Ziel ein Attribut der Alternativen gesucht, anhand dessen natürlicher Skala am leichtesten und besten beurteilt werden kann, wie gut die Alternative das jeweilige Ziel des Entscheiders erfüllt. Bei einer Standortwahl würde im zweiten Schritt das Ziel eruiert werden, welches das standortsuchende Unternehmen mit dem neuen Standort verfolgt, um im dritten Schritt messbare Attribute des Standorts zu wählen, die den Zielerreichungsgrad widerspiegeln können. Hat eine Unternehmensgruppe das Ziel, ein möglichst verkehrsgünstig gelegenes Lager für bereits bestehende Produktionsstätten zu errichten, dann würde sich das Attribut der durchschnittlichen Reisezeit zu diesen Produktionsstätten als natürliche Messskala für dieses Ziel anbieten.

Lässt sich das Ziel in Unterziele aufteilen oder werden allgemein mehrere Ziele vom Entscheidungsträger verfolgt, dann folgt im vierten Schritt die Konstruktion der partiellen Wertfunktion, die den Zielerreichungsgrad für die einzelnen Ziele wiedergibt. Hierfür wird die natürliche Messskala in eine künstliche Wertfunktion übertragen, indem die denkbaren Ausprägungen der natürlichen Skala der Attribute mit einem Werturteil des Entscheiders verbunden werden. Diese partielle Wertfunktion wird in vorliegender Arbeit auch als Kriterium bezeichnet. Angenommen, eine Unternehmensgruppe verfolgt neben der möglichst verkehrsgünstigen Lage des Standorts noch das Ziel des möglichst kostengünstigen Erwerbs des benötigten Grundstücks. Zur Messung des zweiten Ziels bietet sich zum Beispiel der Grundstückspreis pro Quadratmeter in Euro an. Das bedeutet jeder Kaufpreis und jede durchschnittliche Reisezeit wird im vierten Schritt mit Werturteilen des Entscheiders verbunden, die eine Aussage darüber ermöglichen, inwieweit sich eine Reduktion oder Erhöhung in der jeweiligen Skala auf den jeweiligen Zielerreichungsgrad auswirkt. Dies erfolgt separat für jede Skala bzw. jedes Attribut. Somit lässt sich nach diesem Schritt die Frage beantworten, ob ein Standort, der mit einer durchschnittlichen Fahrzeit von dreißig Minuten von den bereits bestehenden Produktionsstätten aus zu erreichen ist, aus Sicht der Unternehmensgruppe hinsichtlich des Ziels einer möglichst verkehrsgünstigen Lage doppelt so attraktiv erscheint, wie ein Standort, der mit einer durchschnittlichen Fahrzeit von sechzig Minuten zu erreichen ist. Oder ob die Verdoppelung der benötigten durchschnittlichen Fahrzeit zu einer unter- oder überproportionalen Veränderung der Attraktivität hinsichtlich der Lage aus Sicht der Unternehmensgruppe führt. Hingegen noch nicht beantwortet werden kann die Frage zur beide Ziele umfassenden Attraktivität möglicher Standorte, da hierfür eine Verrechnung der beiden Zielerreichungsgrade notwendig ist.

Der fünfte Schritt beinhaltet die anschließende Aggregation der partiellen Wertfunktionen zu einer umfassenden Wertfunktion, die ein Gesamturteil der Alternativen über alle Eigenschaften hinweg ermöglicht. Am Beispiel der Lagerstandortsuche illustriert bedeutet das, ein, alle Eigenschaften eines Standorts umfassendes, Wertsystem der Unternehmensgruppe nachzubilden. Das ermöglicht anschließend das Abwägen der Vor- und Nachteile der einzelnen Standorte. Ab diesem Zeitpunkt kann die Frage beantwortet werden, ob ein Standort, der zweihundert Euro pro Quadratmeter Bauland kostet und eine durchschnittliche Fahrzeit von sechzig Minuten benötigt, für die Unternehmensgruppe attraktiver, weniger oder gleich attraktiv ist, wie ein teurerer Standort, der dreihundert Euro pro Quadratmeter Bauland kostet, dafür aber in nur dreißig Minuten Fahrtzeit zu erreichen ist.

Abbildung 3.1 soll den Zusammenhang im Allgemeinen verdeutlichen:

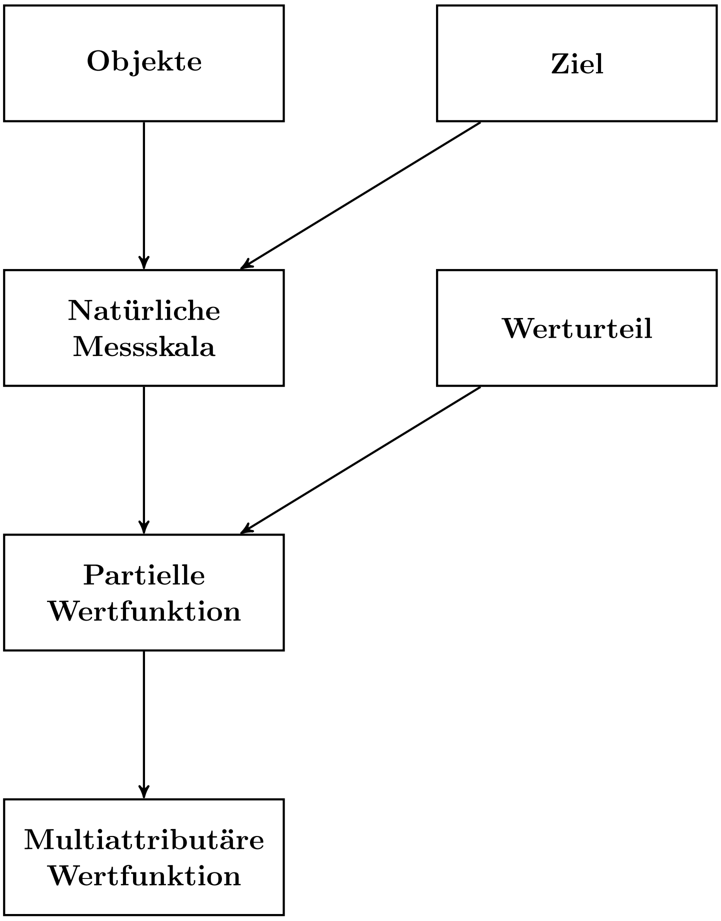


Abbildung 3.1: Grundlegender Ablauf bei der Lösung eines Entscheidungsproblems

Ein möglicher sechster Schritt wäre die Aufstellung der Nutzenfunktion anhand von Präferenzurteilen des Entscheiders über Lotterien aus verschiedenen Endzuständen. Da Unsicherheit in dieser Arbeit jedoch keine Rolle spielt, wird auf diesen Schritt nicht weiter eingegangen.

Nachfolgend werden die grundlegenden Schritte, die zur Lösung eines multikriteriellen Entscheidungsproblems notwendig sind, allgemein beschrieben. Der fünfte Schritt, die Aggregation der partiellen Wertfunktionen, hingegen wird in Abschnitt III (ab S. 41) gesondert thematisiert, da sich die in der Literatur beschriebenen Methoden zur Aggregation der partiellen Präferenzordnungen in eine umfassende Präferenzordnung grundlegend in ihren Annahmen hinsichtlich des Wertsystems des Entscheidungsträgers, ihres Informationsbedarfs und ihres Ablaufs unterscheiden. Die Diskussion der Methoden in Bedeutung und Ausmaß ist so umfangreich, dass diese einen eigenen Teil einnehmen wird.

3.1.1 Erhebung der Ziele eines Entscheidungsträgers

In einem ersten Schritt werden die Ziele eines Entscheidungsträgers erhoben. Unter einem Ziel wird verstanden, was ein Entscheider mit seiner Entscheidung bezweckt. Keeney (2007, S. 113) unterscheidet wie folgt:

Finalziele
: Ziele, die die grundlegenden Gründe hinter einer Entscheidung wiedergeben.

Modalziele
: Ziele, die nur wegen ihres Einflusses auf die Finalziele wichtig sind.

Prozessziele
: Ziele, die die Art und Weise des Entscheidungsprozesses betreffen.

Strategische Ziele
: Ziele, die alle Entscheidungen eines Entscheiders betreffen.

Während Prozessziele und strategische Ziele nur einen äußeren Anspruch an die Methode zur Lösung des Entscheidungsproblems formulieren, sind es die Final- und Modalziele des Entscheiders, die die Methodenwahl hinsichtlich des Problemkerns determinieren.

Finalziele sollten nach Keeney (2007, S. 115) dabei sowohl wesentlich als auch ursächlich sein. Ein Ziel ist wesentlich, wenn es die Zielsetzung des Entscheiders breit abbildet und nicht nur einen Teilbereich darstellt. Ein Ziel ist ursächlich, wenn sich Einflüsse außerhalb des Entscheidungsproblems nicht auf die Zielgröße auswirken.

Die Auswahl der Finalziele soll nach Keeney (2007, S. 117) die folgenden fünf Eigenschaften[7] erfüllen:

[7] Sehr ähnliche Eigenschaften fordert auch Roy (2005, S. 10), wobei diese weniger umfassend sind.

Vollständigkeit
: Alle im Entscheidungsumfeld relevanten Konsequenzen können adäquat durch die Gruppe der Finalziele beschrieben werden.

Redundanzfreiheit
: Einzelne Finalziele sollten sich in der thematischen Abdeckung nicht überschneiden.

Prägnanz
: Die Anzahl der Ziele und Zwischenziele soll gegeben der Qualität der Analyse so gering wie möglich sein.

Spezifität
: Jedes Ziel sollte so präzise sein, dass die Konsequenzen eindeutig sind und die Wahl eines passenden Attributs einfach ist.

Verständlichkeit
: Jedes in die Entscheidung involvierte Individuum weiß, was unter den Zielen verstanden wird.

Ziele, die mit einem zu erreichenden Zielwert formuliert werden, sind bei der Beurteilung von Alternativen nicht nützlich (Keeney, 2007, S. 109), da sie oft nicht das Wertsystem des Entscheiders widerspiegeln. Keeney nennt als Beispiel ein Unternehmen, das als Ziel einen Jahresgewinn von 50 Millionen USD aufweist. Es hat die Wahl zwischen 50 Millionen USD Gewinn oder einer Lotterie, in der es mit gleicher Wahrscheinlichkeit entweder 49 Millionen USD oder 100 Millionen USD gewinnt. Bei Letzterem hätte es eine Zielerfüllungswahrscheinlichkeit von nur 50 Prozent und müsste sich demnach für Alternative eins entscheiden. Ebenso können Beschränkungen Alternativen ausschließen, die tatsächlich sinnvoll sind, obwohl sie die Beschränkung verletzen. Keeney nennt hier das Beispiel des maximalen Gewichts eines neuen Produkts von fünf Pfund. Besser wäre es, wenn ein Ziel integriert werden würde, das die Minimierung des Produktgewichts vorsieht.

3.1.2 Konstruktion der partiellen Wertfunktionen bzw. Kriterien

Ist die Gruppe der Finalziele nach den genannten Anforderungen erhoben, muss für jedes Ziel im zweiten Schritt ein Attribut gefunden werden, das die Grundlage für die Messung des Zielerreichungsgrades eines einzelnen Ziels und somit auch der Bestimmung der Trade-offs dienen kann (Keeney und Gregory, 2005, S. 1). Anschließend werden die Ausprägungen auf der jeweiligen Skala mit Werturteilen des Entscheidungsträgers verbunden, um eine partielle Wertfunktion bzw. ein Kriterium zu erhalten, das den Zielerreichungsgrad für die einzelnen Ziele aus Sicht des Entscheidungsträgers wiedergibt. So ist ein Kriterium nach Bouyssou (1990, S. 58) ein Hilfsmittel, um zwei oder mehr Alternativen anhand einer bestimmten und für den Entscheidungsträger relevanten Eigenschaft zu vergleichen. Dieser Definition folgt auch Roy (1996, S. 164) und grenzt damit die Verwendung des Begriffs Kriterium von der ursprünglichen Verwendung des Wortes ab. Dem folgend ist ein Kriterium lediglich ein Unterscheidungsmerkmal, anhand dessen zwei Objekte voneinander differenziert werden können. Dies wird in vorliegender Arbeit als Attributsausprägung und nicht als Kriterium bezeichnet.

Ein Kriterium ist im Folgenden immer die Verbindung einer Attributsausprägung mit einem Werturteil. Somit ist ein Kriterium ein Träger entscheidungsrelevanter Informationen und kann als Grundlage zur Beurteilung zweier Alternativen dienen.

In diesem Sinne definieren auch Fishburn (1978, S. 184) und Roy (1996, S. 167) ein Kriterium bzw. eine partielle Wertfunktion als reellwertige Funktion g_i über die Menge aller Alternativen $\mathcal{A}$, die zwei Alternativen a und b anhand eines bestimmten Attributs i a_i, b_i evaluiert und

$$\begin{aligned} g_i(a_i) > g_i(b_i) &\iff a_i P_i b_i \\ g_i(a_i) = g_i(b_i) &\iff a_i I_i b_i \end{aligned}$$

gilt.

Dieser Schritt der Operationalisierung der Ziele ist entscheidend, da, wie bereits gezeigt wurde, das Informationsniveau der gerade vorliegenden Messskala einen bedeutenden Einfluss auf die mögliche Auswahl der Aggregationsmechanismen hat.

3.1.2.1 Wünschenswerte Eigenschaften der Kriterien

Um zu verhindern, dass die Qualität der Entscheidungsanalyse durch eine schlechte Auswahl der Attribute beeinträchtigt wird, empfehlen Keeney und Gregory (2005, S. 3), dass die den Kriterien zugrunde liegenden Attribute so gewählt werden, dass die Kriterien eindeutig, umfassend, direkt, praktikabel und verständlich sind:

eindeutig

Ein Kriterium ist eindeutig, wenn zwischen Alternative und Attributsausprägung ein eindeutiger Zusammenhang besteht. Auf eine Einordnung der Alternativen in

Intervalle der Attributsausprägung sollte verzichtet, oder, falls notwendig, nur in möglichst kleinen Intervallen vorgenommen werden. Ist die messbare Skala zum Beispiel die Fahrzeit von einem Ort zur nächstgelegenen größeren Stadt, so ist es am besten, jedem Standort die entsprechende Fahrzeit in Minuten zuzuweisen, anstatt mit Intervallen wie „Fahrzeit weniger als fünfzehn Minuten", „Fahrzeit zwischen fünfzehn und dreißig Minuten" und „Fahrzeit mehr als dreißig Minuten" zu arbeiten.

umfassend

Die möglichen Attributsausprägungen decken das denkbare Konsequenzspektrum im Hinblick auf die Ziele des Entscheiders ab und alle dem Attribut inhärenten Werturteile sind zutreffend. Dies bedeutet, dass nicht nur der Wertebereich der Messskala ausreichend, sondern vor allem auch die thematische Abdeckung gewährleistet sein muss. Wird nur ein Teil des Zielspektrums abgebildet, so ist diese Anforderung nicht erfüllt und die Qualität der Entscheidungsanalyse eingeschränkt. Ein Beispiel wäre das Ziel einer möglichst hohen Arbeitsverfügbarkeit an einem Standort. Als Messskala kommt hier natürlicherweise die Arbeitslosenquote in Frage. Wird aber lediglich die Arbeitslosenquote der über 55-Jährigen als Messskala herangezogen und somit die Arbeitslosigkeit in der Bevölkerung unter 55 Jahren ignoriert, wird ein wesentlicher Teil der Information, die für eine Entscheidung benötigt werden würde, ausgelassen. Der zweite Punkt der Werturteile bezieht sich auf zählbare Attribute. Sobald ein Attribut quantitativ messbar ist, beinhaltet dies das Werturteil, dass alle gezählten Teile die gleiche Bedeutung besitzen (Keeney und Gregory, 2005, S. 4). Dies lässt sich ebenfalls am Beispiel der Arbeitslosigkeit demonstrieren. Diese beinhaltet die Annahme, dass alle Arbeitslosen die gleiche Auswirkung auf das Ziel haben, ungeachtet wie sehr die Qualifikation eines Arbeitssuchenden zu den Anforderungen einer zu besetzenden Stelle passt.

direkt

Ein Kriterium ist direkt, wenn die Ausprägungen des verwendeten Attributs die jeweilige Auswirkung auf ein Ziel direkt messen. Dies lässt sich wiederum am Ziel einer möglichst geringen Arbeitslosigkeit zeigen. Wird als Messskala die Anzahl der geschaffenen bzw. verlorenen Arbeitsplätze anstatt der Arbeitslosenquote gewählt, so ist dies keine direkte Messskala der Arbeitslosigkeit in einer Region.

praktikabel

Das als Messskala für das Kriterium gewählte Attribut sollte in dem Sinne praktikabel sein, dass es möglich ist, die jeweiligen Attributsausprägungen mit rechtfertigbarem Aufwand zu erheben. Ist dies nicht der Fall, so muss das Ziel gegebenenfalls operationalisiert, d.h. messbar gemacht werden. Das Operationalisieren von Eigenschaften eines Standorts muss immer dann geschehen, wenn die einzelne Eigenschaft nicht messbar ist oder nicht in einem weiter verwendbaren Skalenniveau vorliegt (Schneeweiß, 1991, S. 29).

verständlich

Das für das Kriterium verwendete Attribut soll für alle am Entscheidungsprozess teilhabenden Individuen verständlich sein, sodass jedes Individuum mit der Attributsausprägung die jeweilige Konsequenz verbinden kann.

3.1.2.2 Arten von Kriterien

Kriterien lassen sich in verschiedene Kategorien einordnen. So unterscheiden Keeney und Gregory (2005) natürliche, stellvertretende und konstruierte Kriterien.

Ein natürliches Kriterium basiert auf einem Attribut, das eine natürliche Bedeutung für das zu messende Ziel hat. Darüber hinaus ist das Attribut quantitativ messbar. Ein Beispiel ist die Anzahl der Einwohner pro Quadratkilometer als Maß für das Ziel einer möglichst hohen Einwohnerdichte in einer Region.

Ein stellvertretendes Kriterium hingegen misst den Erfüllungsgrad eines Ziels anhand eines quantitativ messbaren Attributs, welches das Ziel selbst nur indirekt ausdrückt. Ein Beispiel ist die Anzahl der bestehenden Haushalte pro Quadratkilometer, falls es als Maß für das Ziel einer möglichst hohen Einwohnerdichte dienen soll. So steht die Anzahl der Haushalte einer Region zwar in einer engen Verbindung mit der Einwohnerzahl, dennoch kommen mit einer Annahme über die durchschnittlich in einem Haushalt lebenden Personen zusätzliche Unsicherheit und Ungenauigkeit hinzu. Ein stellvertretendes Kriterium hat somit ein geringeres Informationsniveau als ein natürliches Kriterium, da es den Zielerreichungsgrad nur indirekt misst. Zusätzlich führt der indirekte Zusammenhang zwischen Attributsausprägung und Zielerreichungsgrad möglicherweise zu dem Problem, dass der Entscheidungsträger die Beziehung nur schwer erfassen kann und dies zu einer verminderten Genauigkeit in seinem Werturteil führt.

Ein konstruiertes Kriterium wird immer dann benötigt, wenn kein natürliches Attribut existiert, das das Ziel abbilden kann. In diesem Fall müssen mehrere Attribute zu einem konstruierten Attribut verbunden werden, das in der Lage ist, das Ziel abzubilden. Ein typisches Beispiel ist das Ziel der wirtschaftlichen Leistung einer Region. Hierfür existiert kein natürliches Attribut zur Messung. Das konstruierte Kriterium, das typischerweise zur Messung der wirtschaftlichen Leistung verwendet wird, ist das Bruttoinlandsprodukt. Hier werden quantitativ messbare Attribute wie Mengen und Preise kombiniert, um ein quantifizierbares Attribut für das Kriterium der wirtschaftlichen Leistungskraft zu erhalten.

Geht es um die Auswahl eines geeigneten Kriteriums, raten Keeney und Gregory (2005, S. 8) immer auf natürliche Attribute basierende Kriterien zurückzugreifen, solange es kein einzelnes konstruiertes Kriterium gibt, welches das Ziel besser abbilden kann. Dies entspricht allerdings eher der Ausnahme und so weisen auch Edwards und Winterfeldt (1986, S. 258) darauf hin, dass natürliche Kriterien immer konstruierten Kriterien vorgezogen werden sollten. Erst wenn selbst kein künstliches Kriterium zur Verfügung steht, sollte auf ein stellvertretendes Kriterium zurückgegriffen werden.

3.1.2.3 Trennschärfe der Kriterien

Je nachdem, welche Form die Präferenzstruktur (vgl. Abschnitt 2.1.2 auf S. 14) des Entscheidungsträgers hat, unterscheiden sich auch die daraus abgeleiteten Kriterien in ihrer Trennschärfe. Roy (1996, S. 184 ff.) unterteilt echte, halbe und unechte Kriterien.

Ein echtes Kriterium geht entweder aus der Präferenzstruktur einer Totalordnung oder schwachen Ordnung hervor. Das Kriterium unterscheidet lediglich zwischen der starken Präferenz und der Indifferenz zwischen zwei Alternativen. Indifferenz gilt nur, wenn $g_i(a_i) - g_i(b_i) = 0$. Sobald $g_i(a_i) - g_i(b_i) \neq 0$ gilt eine strikte Präferenz. Ein echtes Kriterium hat die höchst mögliche Trennschärfe.

Eine geringere Trennschärfe hingegen haben unechte Kriterien wie die Halbkriterien. Diese gehen zum Beispiel aus Präferenzstrukturen hervor, in denen Differenzen zwischen $q(a)$ und $q(b)$ erst einen Schwellenwert überschreiten müssen (vgl. Abschnitt 2.1.2.5 auf S. 19), bevor nicht mehr von Indifferenz, sondern von Präferenz ausgegangen wird.

3.2 Allgemeines Unmöglichkeitstheorem von Arrow

Nachdem die Kriterien, welche die Präferenzen der Entscheider bezüglich der einzelnen Ziele widerspiegeln, konstruiert wurden, müssen im nun folgenden fünften Schritt die partiellen Präferenzordnungen zu einer kollektiven Präferenzordnung aggregiert werden. Während die hierzu verwendbaren Ansätze, erst in Abschnitt III (ab S. 41) vorgestellt und diskutiert werden, soll an dieser Stelle zunächst eine Auseinandersetzung mit dem Allgemeinen Unmöglichkeitstheorem von Arrow erfolgen und dessen Bedeutung für diese Arbeit erläutert werden.

Arrow (1950) hat im Kontext der Sozialwahltheorie das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem für die Aggregation von individuellen Präferenzordnungen zu einer einzigen kollektiven Präferenzordnung formuliert. Das Theorem besagt, dass das Finden eines Aggregationsmechanismus, welcher die individuelle Präferenz von Individuen zu einer kollektiven Präferenz aggregiert, unmöglich ist, ohne dabei mindestens eine von insgesamt fünf plausibel anmutenden Bedingungen zu verletzen. Obwohl die Formulierung im Kontext der Sozialwahltheorie geschieht, ist das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem kein exklusives Problem dieser. Das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem gilt nach Bouyssou (2009, S. 63, 801 f.) sowie nach Bouyssou et al. (2006, S. 175) immer dann, wenn aus mehreren ordinalen Präferenzordnungen eine aggregierte Präferenzordnung gewonnen werden soll und kann somit auch bei der Aggregation einzelner Kriterien bei intrapersoneller Entscheidungsfindung relevant sein. Nicht nur wenn mehrere Entscheider zu einer gemeinsamen Entscheidung kommen müssen, sondern auch immer dann, wenn nur ein Entscheider existiert, dieser aber eine Mehrzahl von Kriterien in seiner Entscheidungsfindung berücksichtigt, gilt das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem von Arrow. Hier stellen die einzelnen Kriterien das Äquivalent zu den stimmberechtigten Individuen innerhalb der Sozialwahltheorie dar.

Eine Diskussion der Bedeutung des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems für die vorliegende Arbeit erscheint deshalb notwendig, da für das Lösen eines Ranking- bzw. Auswahlproblems sowohl eine intra- als auch eine interpersonelle Präferenzaggregation erforderlich sein kann. Daher wird im Folgendem die Kernaussage des Theorems dargestellt, dessen Geltungsbereich aufgezeigt und abschließend die Konsequenzen für die vorliegende Arbeit abgeleitet.

3.2.1 Kernaussage des Theorems

Das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem von Arrow (1950) und Arrow (1963) besagt, dass folgende Bedingungen nicht miteinander vereinbar sind, wenn aus mindestens drei partiellen Präferenzordnungen der Form einer schwachen Ordnung eine aggregierte Präferenzordnung der Form einer schwachen Ordnung über mindestens drei Alternativen gefunden werden soll (Bouyssou, 2009, S. 789 ff.):

Universalität
: Alle partiellen Präferenzordnungen sind zulässig.

Transitivität
: Das Ergebnis der Aggregation muss eine vollständige Rangordnung sein.

Einstimmigkeit
: Das Ergebnis der Aggregation darf nicht im Widerspruch zu den einzelnen partiellen Präferenzordnungen stehen, wenn diese einstimmig sind.

Unabhängigkeit
: Die Anordnung zweier Alternativen a und b hängt ausschließlich von der Ranganordnung der beiden Alternativen in den einzelnen partiellen Präferenzordnungen ab.

Diktatorverbot
: Es gibt keine partielle Präferenzordnung über ein Attribut i, die die aggregierte Präferenzordnung immer dominiert.

Das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem besagt, dass jede Entscheidungsregel, die vier der aufgeführten Bedingungen erfüllt, die fünfte Bedingung verletzt. Werden die Bedingungen Universalität, Transitivität, Einstimmigkeit und Unabhängigkeit durch die Entscheidungsregel erfüllt, so muss eine einzelne, das Ergebnis komplett bestimmende, partielle Präferenzordnung existieren und demzufolge das Diktaturverbot verletzt sein.

In der Literatur finden sich zahlreiche Beweise des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems. Neben dem gegenüber Arrow (1950) korrigierten Original in Arrow (1963) finden sich leichter zugängliche Beweise in Fishburn (1970), Barbera (1980), Reny (2001) und Geanakoplos (2005).

3.2.2 Geltungsbereich

Bevor in Abschnitt 3.2.3 die Konsequenzen und mögliche Auswege aus dem Allgemeinen Unmöglichkeitstheorem im Kontext der multikriteriellen Entscheidungstheorie diskutiert werden, wird zunächst auf den Geltungsbereichs des Theorems näher eingegangen.

Wie in Abschnitt 3.2.1 beschrieben, gilt das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem immer dann, wenn ein Mechanismus gefunden werden soll, der eine Mehrzahl schwacher Ordnungen über die Menge aller Alternativen $\mathcal{A}$ zu einer aggregierten schwachen Ordnung über $\mathcal{A}$ zusammenfasst. Hier erschließen sich zwei Grenzen, die den Geltungsbereich des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems einschränken und Auswege bieten: Dies ist zum einen der Informationsgehalt der zu aggregierenden Präferenzstrukturen sowie zum anderen der Informationsgehalt des erwarteten Ergebnisses, also die Form der aggregierten kollektiven Präferenzordnung. Dementsprechend wird überprüft, welche Auswirkungen eine Erhöhung des Informationsgehalts der zu aggregierenden Präferenzordnung oder die Verminderung der Anforderungen an den Informationsgehalt der aggregierten Präferenzordnung auf die Gültigkeit des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems haben.

Entgegen den natürlichen Gegebenheiten bei Sozialwahl kann im Bereich der multikriteriellen Entscheidungstheorie das Informationsniveau der einzelnen Kriterien durchaus unterschiedlich sein. Während bei einer Wahl die, durch die Wähler zur Verfügung stehenden, Informationen immer die gleiche Form einer schwachen Ordnung und lediglich ordinalen Informationsgehalt haben, können Kriterien bei intrapersonellen Entscheidungen zwar auch in Form einer schwachen Ordnung vorliegen, aber auch als Realwertfunktion oder semantische Beurteilung (Marchant, 2003, S. 344), die gegebenenfalls die Verrechnung von Unterschieden zwischen einzelnen Kriterien zulassen. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten in der multikriteriellen Entscheidungstheorie stellt sich unmittelbar die Frage, ob das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem auch gilt, wenn eine reichere Informationslage vorliegt. Im Umfeld der Sozialwahltheorie nennt Sen (1999, S. 365) die Anreicherung der Informationen, zum Beispiel durch das Zulassen interpersoneller Nutzenvergleiche, als möglichen Ausweg aus dem Allgemeinen Unmöglichkeitstheorem, da Arrow (1963, S. 9) von einer Unvergleichbarkeit der Nutzenniveaus ausgeht. Die einzige Aussage, die dieser ordinale Nutzenwert macht, ist die Vorhersage des Verhaltens des Individuums bei der Wahl einer Alternative. Somit kann jede Nutzenfunktion positiv affin transformiert werden, ohne dass die Ranginformation verloren geht. Interpersonelle Nutzenvergleiche hingegen benötigen ein kardinales Skalenniveau der individuellen Nutzen, damit eine Verrechnung des Nutzenzuwachs bei einem Individuum mit der Nutzenabnahme eines anderen Individuums verglichen werden kann (Schneeweiß, 1991, S. 254). Da eine kardinale Skala neben der Information der Rangordnung auch noch Informationen hinsichtlich der Abstände zwischen den Alternativen enthält, wird sie als informationsreicher bezeichnet. Somit gilt auch für die multikriterielle Entscheidungstheorie: Sollten die Ausgangsdaten mehr Informationen in sich tragen als nur die Rangordnung der Alternativen, dann besitzt das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem keine Gültigkeit (Bouyssou et al., 2006, S. 176).

Dabei muss beachtet werden, dass ein kardinales Skalenniveau allein nicht ausreichend ist. Wie bei der Sozialwahltheorie eine interpersonelle Vergleichbarkeit gegeben sein muss (Sen, 1995, S. 8), da das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem wie Sen (1970, Kap. 8.2) zeigt, auch für kardinale Nutzen verallgemeinert werden kann, muss für die Verrechnung der Kriterien darauf geachtet werden, dass diese miteinander vergleichbar sind. So kann beispielsweise argumentiert werden, dass die Verrechnung von monetären Kosten und der Zahl geretteter Menschenleben als unakzeptabel zu erachten ist.

Der zweite Ansatzpunkt, die Verminderung des geforderten Informationsgehalts des Outputs, trägt hingegen nur begrenzt zum Entkommen aus dem Allgemeinen Unmöglichkeitstheorem bei. So bleibt die Aussage des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems auch bestehen, wenn die kollektive Präferenzordnung lediglich die informationsärmere Form der Halb- oder Intervallordnung sein soll (Sen, 1986, S. 1087 ff.).

Eine zusätzliche Einschränkung ist die Begrenzung auf den Vergleich von nur zwei Alternativen, die es ermöglicht, eine soziale Wohlfahrtsfunktion zu finden. Somit gilt dies auch für den Bereich der multikriteriellen Entscheidungstheorie und die Anzahl der berücksichtigten Alternativen. Arrow (1963, S. 46 ff.) schreibt, dass es bei nur zwei zur Auswahl stehenden Alternativen nicht zur Verletzung der fünf Bedingungen kommt, selbst wenn lediglich ordinale Daten zur Verfügung stehen, die keinen Vergleich von Nutzendifferenzen erlauben.

3.2.3 Konsequenzen für die vorliegende Arbeit

Nachdem die Hauptaussage und der Geltungsbereich des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems erörtert sind, folgt die Darstellung der Auswirkungen des Allgemeinen Unmöglichkeitstheorems auf die vorliegende Arbeit.

Wie gezeigt wurde, spielt der Gehalt der durch die Kriterien zur Verfügung stehenden Informationen bei deren Aggregation eine wesentliche Rolle. Liegen Kriterien auf einer ordinalen Skala vor, so gibt es keine Methode, die alle fünf Bedingungen gleichzeitig erfüllt. Kein einziges Verfahren kann laut Arrow (1963) alle Bedingungen gleichzeitig erfüllen, jedoch verletzt jedes eine andere Bedingung bzw. einen anderen Teil dieser. Hierzu gibt es in der Sozialwahltheorie einen eigenen Literaturzweig, der sich mit der Charakterisierung der verschiedenen Wahl- bzw. Entscheidungsregeln befasst. Für jeden Mechanismus wird untersucht, welche Bedingungen dieser einhält oder verletzt.

Für das in dieser Arbeit relevante intrapersonelle Entscheidungsproblem bleiben somit zwei mögliche Auswege: das Zulassen der Vergleichbarkeit der partiellen Wertfunktionen und damit eine Verrechnung der Kriterien untereinander, oder der Verzicht auf mindestens eine der gestellten Bedingungen. Die genannten Auswege sind die gleichen, wie sie in der Sozialwahltheorie gegangen werden. Allerdings erscheint ein intrapersoneller Vergleich über eine Mehrzahl von Kriterien leichter zu rechtfertigen, als ein interpersoneller Nutzenvergleich über mehrere Individuen einer Gesellschaft hinweg. Dementsprechend hat das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem für die vorliegende Arbeit hinsichtlich der intrapersonellen Aggregation über verschiedene Kriterien keine Auswirkungen, da nur mit Kriterien gearbeitet werden wird, die in einer kardinalen Skala vorliegen. Es bleibt das Problem der interpersonellen Nutzenvergleiche, falls ein Ranking- oder Auswahlproblem anhand eines kollektiven Wertsystems von mehreren Individuen gelöst werden soll.

4 Fazit

Soeben wurde der Begriff des Rankings allgemein abgegrenzt. Es wurde gezeigt, dass es sich bei einem Ranking um eine von vier möglichen Formen handelt, die ein Entscheidungsproblem annehmen kann. Dem folgte eine grundsätzliche Diskussion von Entscheidungsproblemen mit dem Fokus auf die für die vorliegende Arbeit besonders relevanten Auswahl- und Rankingprobleme. Weiterhin wurde ausgeführt, dass bei einem Entscheidungsproblem eine Menge an Alternativen, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden, entsprechend dem Wertsystem eines Entscheidungsträgers hinsichtlich ihrer Attraktivität zu evaluieren sind. Dies stellt immer dann eine Herausforderung dar, wenn die Eigenschaften der Alternativen angesichts der Attraktivität für den Entscheidungsträger widersprüchlich ausgeprägt sind, sodass eine Abwägung zwischen diesen getroffen werden muss. Die zur Lösung dieser Aufgabe notwendigen Schritte wurden mit dem Festlegen der zu evaluierenden Alternativen, dem Bestimmen der Ziele des Entscheidungsträgers, der Operationalisierung dieser Ziele und der anschließenden Aggregation für den Fall mehrfacher Zielsetzung genannt und erläutert. Hierbei wurde auch auf die unter Umständen auftretende Problematik durch das Allgemeine Unmöglichkeitstheorem von Arrow eingegangen und dessen Bedeutung für die vorliegende Arbeit und die Erstellung von Regionenrankings an sich herausgearbeitet.

Teil III

Methoden zur Lösung von Auswahl- und Rankingproblemen

Nachdem bekannt ist, welche Schritte zur Lösung eines multikriteriellen Entscheidungsproblems notwendig sind, und die ersten vier Schritte bereits allgemein beschrieben wurden, soll im folgenden Abschnitt eine Reihe von Ansätzen vorgestellt werden, wie die Aggregation der partiellen Präferenzordnungen zu einer alle relevanten Eigenschaften einer Alternative umfassenden Beurteilung erfolgen kann. Die Wahl des hierzu verwendeten Ansatzes ist ein grundlegender Schritt bei der Errichtung eines subjektiven Modells, das die individuelle Sicht des Entscheidungsträgers auf das Entscheidungsproblem darstellt (Turskis und Zavadskas, 2011, S. 400). Die Auswahl der vorgestellten Ansätze stellt in keiner Weise einen vollständigen Überblick über die in der Literatur vorhandenen Ansätze zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme dar. Die Anfertigung wäre angesichts des Umfangs des Themengebiets zum einen ein kaum zu bewältigendes Unterfangen, zum anderen existieren mit Bouyssou et al. (2006), Figueira, Greco und Ehrgott (2005) und Turskis und Zavadskas (2011) bereits sehr gute und aktuelle Übersichten verschiedener Teilbereiche. Dementsprechend erfolgt die Aufnahme einer Methode in die Arbeit aus einem von zwei Gründen: Entweder ist der Ansatz in der Praxis weit verbreitet und spielt in einem späteren Abschnitt der Arbeit eine Rolle oder ein Ansatz erscheint für die Anfertigung eines Rankings als diskussionswürdig.

In der Literatur zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme gibt es zwei verschiedene Schulen, wie Alternativen anhand ihrer Eigenschaften bzw. Attributsausprägungen hinsichtlich ihrer Attraktivität aus Sicht eines Entscheidungsträgers verglichen werden können:

Outranking-Verfahren

Anhand paarweiser Vergleiche gelangt man zu einer besten Lösung. Diese Verfahren werden als die „französische Schule" bezeichnet. Die wohl bekanntesten Beispiele sind das ELECTRE I-Verfahren, wie es in Roy (1968) zuerst beschrieben wurde,[8] oder das PROMETHEE-Verfahren aus Brans und Vincke (1985) sowie Brans, Vincke und Mareschal (1986).

Künstliches Kriterium

Alle Informationen werden zu einem künstlichen Kriterium aggregiert, an dem man anschließend eindeutig ablesen kann, welche Alternative präferiert wird. Dieser Ansatz wird auch die „amerikanische Schule" genannt. Hauptvertreter sind die Multi Attribute Value Theory (MAVT), wie sie Keeney und Raiffa (2003) beschreiben, und der Analytic Hierarchy Process (AHP) aus Saaty (1980).

[8] Für eine englische Quelle sei auf Vincke (1992) verwiesen.

In Kapitel 1 und 2 werden nun Ansätze aus beiden Verfahrensfamilien vor- und in ihren Grundzügen dargestellt. Jeder Ansatz zur Lösung eines Entscheidungsproblems hat mehrere Bestandteile. Ein Ansatz lässt sich unterteilen in die Festlegung der Form des Wirkungszusammenhangs, das Fixieren der Skalierungs- bzw. Gewichtungsfaktoren und in vielen Fällen der Wahl der partiellen Wertfunktionen. Jeder dieser Schritte erfordert eine gewissenhafte Analyse und Diskussion der mit ihm einhergehenden Annahmen und Konsequenzen für den weiteren Verlauf der Lösung des Entscheidungsproblems. Zu jedem Ansatz werden demzufolge die Voraussetzungen beschrieben, welche die tatsächliche Präferenzstruktur des Entscheiders erfüllen muss, damit die Approximation durch den jeweiligen Ansatz möglich ist. Hierin zeigt sich der wohl wichtigste Grundsatz in der präskriptiven Entscheidungstheorie: Die Wahl des Ansatzes muss in erster Linie der tatsächlichen Präferenzstruktur des Entscheiders folgen und dabei mit dem zur Verfügung stehenden Informationsniveau auskommen.

1 Outranking-Verfahren

Eine Alternative zu der häufig verwendeten und noch zu diskutierenden amerikanischen Schule, die alle Sichtweisen zu einem umfassenden künstlichen Kriterium zusammenfasst, stellen die Outranking-Verfahren dar. Diese sind Weiterentwicklungen der Aggregationsmechanismen von Borda und Condorcet, insofern sie zuerst das Niveau von jeweils zwei Alternativen für jedes relevante Attribut paarweise vergleichen, und anschließend die einzelnen Ergebnisse zu einem Urteil über die Attraktivität der einen im Vergleich zur anderen Alternative zusammenfassen. Anders als bei den Methoden, in denen ein künstliches Kriterium durch eine Wertfunktion gebildet wird, liefern die durch die Outranking-Verfahren gebildeten binären Relationen oftmals weder vollständige noch transitive Ordnungen. Dies liegt bei den höher entwickelten Verfahren vor allem an der nun zusätzlichen Möglichkeit, dass zwischen zwei Alternativen auch eine schwache Präferenz oder gar Unvergleichbarkeit vorliegen kann. Roy (1991, S. 51) beschreibt die schwache Präferenz zwischen zwei Alternativen a und b (aQb) als Unsicherheit, ob entweder Indifferenz (aIb) und Präferenz (aPb) zwischen diesen vorliegt oder zumindest die Präferenz von b über a (bPa) ausgeschlossen werden kann.

Neben der Rangaddition nach Borda sind die beiden bekanntesten Vertreter dieser Methodenfamilie die ELECTRE- und die PROMETHEE-Verfahren, deren am meisten Anwendung findende Ausprägungen im Folgenden jeweils kurz erläutert werden. Die Rangaddition nach Borda wird an dieser Stelle diskutiert, da sie trotz ihrer an vielerlei Stellen zu kurz greifenden Vorgehensweise noch heute als Methode zur Lösung von multikriteriellen Entscheidungsproblemen verwendet wird.

1.1 Rangaddition nach Borda

Das Verfahren der Rangaddition ist eine auf den ersten Blick leichte und folglich in der Praxis oft verwendete Methode zur Entscheidungshilfe. Es stammt eigentlich aus dem Bereich der Sozialwahltheorie und geht auf Borda (1781) zurück.

Hier werden die Alternativen hinsichtlich jedes relevanten Attributs i in eine Reihenfolge gebracht, wobei die erstrebenswerteste Ausprägung an oberster Stelle steht. Anschließend werden entsprechend der Reihenfolge Rangziffern von zum Beispiel 1 bis n vergeben. Dieses Vorgehen stellt die Auswahl der partiellen Wertfunktionen dar. Für die Alternative a, die hinsichtlich des Attributs i am besten abschneidet, nimmt $g_i(a)$ den Wert 1 an. Für die Alternative b, die am zweitbesten hinsichtlich des Attributs i abschneidet, folgt $g_i(b) = 2$ usw.

Anschließend werden die Rangziffern, sprich die in diesem Fall ordinalen partiellen Wertfunktionen g_i, für jede Alternative einzeln anhand

$$V(\cdot) = \sum_{i=1}^{m} g_i(\cdot)$$

aufsummiert.

Es gilt, dass die Alternative mit der geringsten Rangsumme V die am meisten präferierte Alternative ist und somit die abschließende Handlungsempfehlung darstellt.

Für eine Diskussion der allgemeinen Eigenschaften der Borda-Methode sei an dieser Stelle auf Bouyssou et al. (2006, S. 123 f.) verwiesen. Die einzige Eigenschaft, die ausführlicher diskutiert wird, ist die der Stabilität, da die Borda-Methode diese nicht aufweist. Die Eigenschaft Stabilität bedeutet, dass das Ergebnis hinsichtlich zweier Alternativen unabhängig davon ist, ob eine dritte Alternative im Entscheidungsraum vorhanden ist oder nicht. Das heißt, dass die Reihenfolge zwischen den zwei Alternativen a und b nicht von der Existenz einer dritten Alternative c abhängig sein darf. Da die Borda-Methode aber zwei Eigenschaften kombiniert, die zusammen nur schwer zu rechtfertigen sind, ist diese Eigenschaft nicht gegeben. Zum einen ist die Borda-Methode kompensatorisch. Durch die mathematische Form der Summe kommt es dazu, dass ein Zurückfallen um einen Rangplatz auf der Rangfolge über Attribut i durch das Vorrücken um einen Rangplatz auf der Rangfolge über Attribut j kompensiert werden kann. Zum anderen behandelt das Verfahren ordinale Daten mit einer kardinalen Aggregation (Vincke, 1992, S. 109). Denn die einzige Information, welche die durch die Borda-Methode angelegten partiellen Wertfunktionen konservieren, ist die lineare Reihenfolge: Informationen über Abstände gehen verloren insofern sie existierten (Bouyssou et al., 2006, S. 124). Durch die Aggregation anhand einer Summe werden jedoch wieder implizit Abstände zwischen den Rangplätzen gesetzt. Diese werden implizit als homogen zwischen den Rangplätzen angenommen. Die Eigenschaft der Stabilität wird verletzt, da es durch die Hinzunahme einer Alternative dazu kommen kann, dass sich diese bei einem Attribut zwischen die Alternativen a und b schiebt und somit die Differenz der Rangplätze vergrößert und damit implizit auch die angenommenen Abstände der zwei Alternativen hinsichtlich der durch Attribut i gemessenen Eigenschaft verdoppelt, ohne dass sich die Alternativen a und b geändert haben.

1.2 ELECTRE-Verfahren

Der Kern der ELECTRE-Verfahren (**El**imination **E**t **C**hoice **T**ranslation **Re**ality), deren Ursprung in ELECTRE I aus der Arbeit von Roy (1968) liegt, ist die Konstruktion einer umfassenden binären Relation S zwischen jedem Paar von Alternativen. Wenn die binäre Relation aSb gilt, dann bedeutet dies, dass die Alternative a bei Berücksichtigung aller Eigenschaften gegenüber der Alternative b bevorzugt wird.

Ob aSb gilt, hängt in dem Verfahren von der Größe und dem damit verbundenen Stimmgewicht der konkordanten und diskordanten Koalitionen ab. Die konkordante Koalition bilden alle Kriterien, bei denen die zugrunde liegenden Attributsausprägungen der Alternativen a_i und b_i Anlass zu dem Schluss aSb geben. Die für die Annahme aSb diskordante Koalition bildet sich hingegen aus allen Kriterien, die gegen aSb sprechen. Zusätzlich kann ein Kriterium bei entsprechender Ausprägung des zugrunde liegenden Attributs auch sein Veto gegen die Aussage aSb einlegen. Der genaue Prozess der Konstruktion der Koalitionen und wie entschieden wird, ob von aSb ausgegangen wird, unterscheidet sich je nach ELECTRE-Verfahren.

Eine besondere Gemeinsamkeit aller ELECTRE-Verfahren ist, dass diese nicht-kompensatorisch sind (Bouyssou et al., 2006, S. 223). Eine Verbesserung einer Alternative a in einem Kriterium, in dem bereits „a wird gegenüber b bevorzugt“ gilt, kann zu keiner Veränderung hinsichtlich aSb oder $a\neg Sb$ führen. Das Resultat kann mitunter die mögliche Unvergleichbarkeit zweier Alternativen sein. Die Möglichkeit der Unvergleichbarkeit zweier Alternativen ist innerhalb der ELECTRE-Verfahren von den Verfassern so gewünscht. Zum Beispiel kann es angemessen sein, dass eine Verbesserung in einem monetären Kriterium nicht ein schlechtes Abschneiden in einem ethisch-moralischen Kriterium kompensieren kann. Gleichzeitig ist die Anwendbarkeit der Verfahren auf Problemstellungen, in denen Alternativen mithilfe von Eigenschaften, die anhand von Skalen mit unterschiedlichem Informationsniveau operationalisiert werden, eine Besonderheit. Scheint es nicht plausibel, dass bereits geringe Unterschiede in einer Eigenschaft einen Unterschied machen und die Indifferenzrelation I somit transitiv ist, dann empfiehlt sich auch hier die Anwendung der ELECTRE-Verfahren, da diese in den meisten Fällen mit Indifferenz- und Präferenzschwellen arbeiten.

Im Folgenden werden ELECTRE IS und ELECTRE III kurz eingehender vorgestellt, da diese die jeweils am häufigsten in der Praxis angewandten Methoden aus der Familie der ELECTRE-Verfahren zur Lösung von Auswahl- bzw. Rankingproblemen sind. Insbesondere ELECTRE III findet weitverbreitet Anwendung, so zum Beispiel in Barda, Dupuis und Lencioni (1990) bei der Standortwahl für Kraftwerke und in Georgopoulou, Lalas und Papagiannakis (1997) für das Ranking von Energieerzeugungsplänen.

1.2.1 ELECTRE IS

ELECTRE IS ist eine Weiterentwicklung von ELECTRE I und ELECTRE IV und kommt im Gegensatz zu diesen auch mit Halbkriterien und Heterogenität der Messskalen aus (Figueira, Mousseau und Roy, 2005, S. 142). Eine Beschreibung der Methode findet sich in Roy (1991, S. 62 f.) sowie Figueira, Mousseau und Roy (2005, S. 142 f.).

Allgemein wird die Validität der Relation aSb anhand einer Konkordanzbedingung und einer Nicht-Veto-Bedingung bestimmt. Für die Konkordanzbedingung wird die Koalition der konkordanten Kriterien $c(aSb)$ gebildet und ihr Stimmgewicht durch Aufsummieren der Gewichtungsfaktoren[9] w_i jedes Kriteriums i bestimmt. Die Koalition der konkordanten Kriterien $c(aSb)$ besteht aus zwei Gruppen. Die erste Gruppe sind die Kriterien für die aS_ib gilt und die somit für aSb sprechen. Diese bilden die Menge

$$c_S(a,b) = \{i : a_i + q_i(a_i) \geq b_i\}.$$

Mit $q_i(\cdot) \geq 0$ als Schwellenbetrag, um den die Alternative a die Alternative b auf dem Attribut i erst übersteigen muss, damit von aS_ib ausgegangen werden kann. Ansonsten ist der Betrag, um den Alternative a die Alternative b übersteigt, zu gering, als dass von aS_ib ausgegangen werden kann. Die Größe $q_i(\cdot)$ kann sowohl ein exogen vorgegebener Wert als auch eine Funktion von der Attributsausprägung sein und wird als Indifferenzschwelle bezeichnet.[10]

Die zweite Gruppe sind Kriterien, die zwischen aIb und bPa unsicher sind und für die somit von bQa ausgegangen wird. Diese Gruppe von Kriterien stellt sich zumindest nicht

[9] Im Gegensatz zu dem Gebrauch des Begriffs im Rahmen der Methoden die ein künstliches Kriterium bilden, ist an dieser Stelle die Verwendung des Begriffs Gewichtungsfaktor möglich, da dieser bei den nicht-kompensatorischen Outranking-Methoden nicht untrennbar mit dem Wertebereich hinter den normierten partiellen Wertfunktionen verbunden ist.

[10] Das Verfahren arbeitet also mit Halbkriterien, wie sie in Abschnitt 3.1.2 (siehe S. 29) beschrieben wurden.

gegen aSb. Sie bilden die Menge

$$c_Q(b,a) = \{i : a_i + q_i(a_i) < b_i \leq a_i + p_i(a_i)\}$$

mit $p_i(\cdot) > q_i(\cdot) \geq 0$ und $p_i(\cdot)$ als Präferenzschwelle, um die eine Alternative b die Alternative a in Attribut i erst übertreffen muss, damit bP_ia gilt. Anschließend kann die Konkordanzbedingung gebildet werden, indem die Summe der Gewichtungen der einzelnen Kriterien, die Bestandteil der Koalition $c(a,b)$ sind, eine gesetzte Grenze θ_S überschreiten müssen:

$$c(aSb) = \sum_{\{i \in c_S(a,b)\}} w_i + \sum_{\{i \in c_Q(b,a)\}} \varphi_i w_i \geq \theta_S \tag{1.1}$$

mit θ_S als exogen gesetzter Grenze, die es von einer Alternative mindestens zu erfüllen gilt und

$$\varphi_i = \frac{a_i + p_i(a_i) - b_i}{p_i(a_i) - q_i(a_i)}$$

als Anteil der Gewichtung, die das Kriterium i, für den Fall, dass bQa gilt, für aSb abgibt. Der Wert von φ beschreitet das Intervall $[0,1]$ linear, während a_i das Intervall $[a_i + p_i(a_i), a_i + q_i(a_i)]$ durchläuft. Die konkordante Koalition bildet sich aus allen Kriterien, die sich nicht mit bP_ia gegen aSb aussprechen.

Ist die konkordante Koalition gewichtig genug, dann darf zusätzlich kein Kriterium i sein Veto gegen aSb einlegen. Es muss gelten, dass

$$a_i + \vartheta_i(a_i) \geq b_i + q_i(b_i)\eta_i$$

mit

$$\eta_i = \frac{1 - c(aSb) - w_i}{1 - s - w_i}$$

und ϑ_i als Vetoschwelle. Abbildung 1.1 zeigt, welche Position (mit welchem Anteil seines Gewichtungsfaktors) das Kriterium i gegenüber der Aussage aSb einnimmt.

1.2.2 ELECTRE III

Wie auch ELECTRE IS arbeitet ELECTRE III mit Halbkriterien und entwickelt anhand dieser einen Glaubwürdigkeitsindex für aSb. Dieser Glaubwürdigkeitsindex $\rho(aSb)$ wird auf Basis des Konkordanzindex $c(aSb)$, der die gleiche Form wie im ELECTRE IS-Verfahren hat (siehe 1.1), und dem Diskordanzindex jedes Kriteriums $d_i(aSb)$ gebildet, wobei

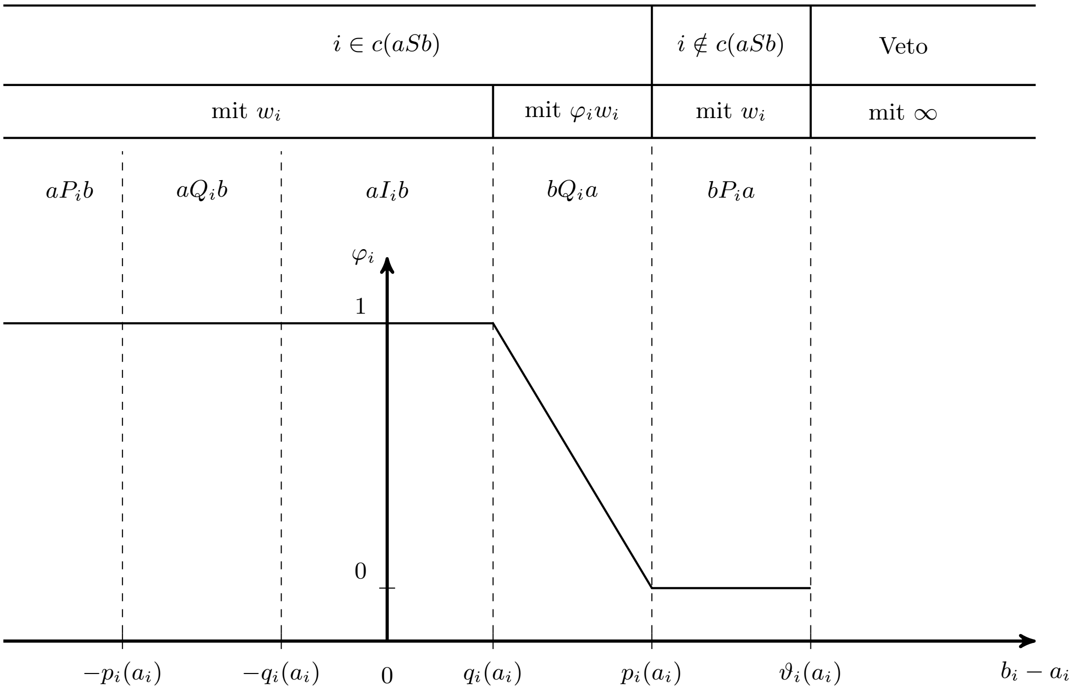


Abbildung 1.1: Position und Stimmgewicht des Kriteriums i zu aSb in Abhängigkeit der Differenz aus a_i und b_i im ELECTRE IS-Verfahren.

der kriteriumsspezifische Diskordanzindex anhand

$$d_i(aSb) = \begin{cases} 1 \text{ wenn } b_i > a_i + v_i(a_i) \\ 0 \text{ wenn } b_i \leq a_i + p_i(a_i) \\ \frac{b_i - a_i - p_i(a_i)}{v_i(a_i) - p_i(a_i)} \text{ ansonsten} \end{cases}$$

bestimmt wird. Der Glaubwürdigkeitsindex wird anschließend durch die Verknüpfung von $c(aSb)$ und $d_i(aSb)$ als

$$\rho(aSb) = c(aSb) \prod_{\{i:d_i(aSb)>c(aSb)\}} \frac{1 - d_i(aSb)}{1 - c(aSb)}$$

bestimmt und nimmt Werte zwischen 0 und 1 an. Der Glaubwürdigkeitsindex ist somit eine unscharfe Relation, welche die Behauptung aSb in den meisten Fällen weder vollständig akzeptiert noch vollständig ablehnt (Georgopoulou, Lalas und Papagiannakis, 1997, S. 41).

Übt keine Kriterium i sein Veto aus, dann ist der Glaubwürdigkeitsindex $\rho(aSb)$ gleich dem Stimmgewicht der konkordanten Koalition $c(aSb)$. Gibt es ein Kriterium i, das seine Vetomacht mit $d_i(aSb) = 1$ ausübt, da $b_i > a_i + \vartheta_i(a_i)$, dann nimmt der Glaubwürdigkeitsindex den Wert 0 an. In den Bereichen zwischen 0 und 1 reduziert jeder Diskordanzindex den Glaubwürdigkeitsindex. Der Glaubwürdigkeitsindex $\rho(aSb)$ ist somit eine durch Veto-Effekte abgeschwächte Version von $c(aSb)$ (Figueira, Mousseau und Roy, 2005, S. 146).

Anhand des Glaubwürdigkeitsindex gelangt das Verfahren abschließend zu zwei Halbordnungen, einer ansteigenden und einer absteigenden. Anhand dieser wird im letzten Schritt die finale Halbordnung gebildet. In dieser werden Alternativen, in denen sich die Rangordnung bei der ansteigenden und absteigenden Halbordnung umdreht, der binären Relation der Unvergleichbarkeit zugewiesen (Georgopoulou, Lalas und Papagiannakis, 1997, S. 41). Für eine eingehendere Erläuterung sei an dieser Stelle auf Roy (1991) verwiesen.

1.3 PROMETHEE-Verfahren

Einen alternativen Outranking-Ansatz bilden die PROMETHEE-Verfahren (**P**reference **R**anking **O**rganisation **Meth**od for **E**nrichment **E**valuations), die maßgeblich von Brans und Vincke (1985) und Brans, Vincke und Mareschal (1986) entwickelt wurden. Unterschieden werden kann in PROMETHEE I bis IV, wobei eine ausführliche Literaturübersicht in Behzadian et al. (2010) zeigt, dass PROMETHEE I und II am häufigsten Anwendung auf Fragestellungen in der Praxis finden.

Im Mittelpunkt des Verfahrens zur Evaluation einer Menge von Alternativen $a, b, \ldots, n \in \mathcal{A}$ stehen die globale Outranking-Relation $P(a, b)$ und die partielle Outranking-Relation $P_i(a, b)$, welche die Intensität angeben, mit der die Präferenzrelation P zwischen zwei Alternativen a und b hinsichtlich aller bzw. hinsichtlich eines spezifischen Kriteriums i gilt. Wie bereits in den ELECTRE-Verfahren, wird die globale Outranking-Relation $P(a, b)$ aus den partiellen Outranking-Relationen $P_i(a, b)$ gebildet. Nimmt eine Outranking-Relation den Wert 1 an, dann bedeutet dies, dass die Alternative a gegenüber b bevorzugt wird. Ein Wert von 0 zeigt hingegen eine Indifferenz zwischen den Alternativen an. Zwischenwerte führen zu Abstufungen zwischen Präferenz und Indifferenz.

Die Bestimmung der partiellen Outranking-Relation $P_i(a, b)$ beginnt mit dem Bilden der Differenz der Ausprägungen der beiden Alternativen a und b auf jedem relevanten Attribut i

$$\Delta_i(a, b) = a_i - b_i.$$

Anhand der Differenz $\Delta_i(a,b)$ wird mithilfe einer Präferenzfunktion $\mathcal{P}_i$, welche die Einschätzung über die Bedeutung von $\Delta_i(a,b)$ des Entscheidungsträgers für die Präferenz zwischen zwei Alternativen enthält, der Wert $P_i(a,b)$ anhand

$$P_i(a,b) = \mathcal{P}_i(\Delta_i(a,b))$$

bestimmt. Für die grundsätzliche Form der Präferenzfunktion $\mathcal{P}_i$ finden sich in Brans und Vincke (1985) und Brans, Vincke und Mareschal (1986) sechs Vorschläge, die je nach Einschätzung des Entscheidungsträgers hinsichtlich des Kriteriums angemessen sein können. Diese können auch Schwellenwerte für Indifferenz q_i und Präferenz p_i beinhalten, wie sie zum Beispiel durch die Aufgabe der Transitivitätsannahme der Indifferenzrelation (vgl. Abschnitt 2.1.2.5 auf S. 19) notwendig werden können. Abbildung 1.2 gibt einen Überblick möglicher Formen der Präferenzfunktionen.

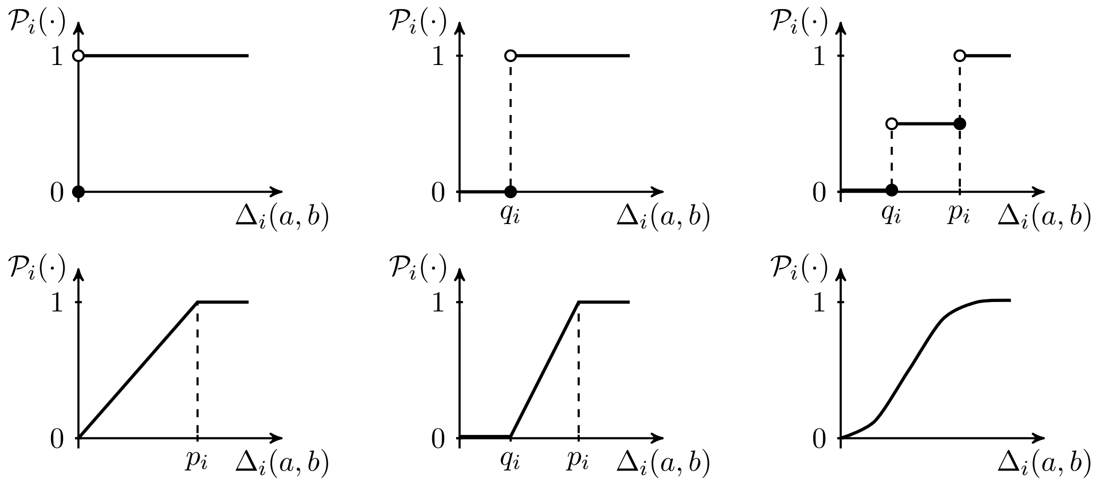


Abbildung 1.2: Mögliche Präferenzfunktionen $\mathcal{P}_i(\cdot)$ nach Brans und Vincke (1985) sowie Brans, Vincke und Mareschal (1986).

Wurde $P_i(a,b)$ für alle relevanten Kriterien bestimmt, erfolgt die Berechnung der globalen Outranking-Relation $P(a,b)$ anhand

$$P(a,b) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} P_i(a,b), \tag{1.2}$$

wobei den einzelnen Kriterien alternativ auch gesonderte Gewichtungen zugewiesen werden können.

Um von den $n-1$ paarweisen Vergleichen zu einem Ranking oder einer Auswahl zu gelangen, werden anhand der globalen Outranking-Relationen für alle Alternativen deren jeweilige Eingangs- und Ausgangsflüsse berechnet. Der Ausgangsfluss $\phi^+(a)$ einer Alternative a zeigt an, wie stark diese Alternative gegenüber allen anderen Alternativen präferiert wird und bildet sich aus der normierten Summe aller globalen Outranking-Relationen $P(a,j)$ für alle $j \in \mathcal{A}$. Der Ausgangsfluss einer Alternative wächst dementsprechend mit der Attraktivität einer Alternative und berechnet sich somit als

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{j \in \mathcal{A}} P(a,j).$$

Das Gegenstück zum Ausgangsfluss bildet der Eingangsfluss $\phi^-(a)$ der Alternative a, der vice versa angibt, inwiefern eine Alternative im Vergleich zu allen anderen Alternativen schlechter abschneidet. Der Eingangsfluss berechnet sich demgemäß anhand

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{j \in \mathcal{A}} P(j,a).$$

Dies entspricht der normierten Summe der globalen Outranking-Relationen aller Alternativen $j \in \mathcal{A}$, bei denen die Alternative a als Vergleichsobjekt verwendet wird.

Die Aus- und Eingangsflüsse werden anschließend von PROMETHEE I und II auf unterschiedliche Art dazu verwendet, eine Rangfolge aller Alternativen zu bilden.

1.3.1 PROMETHEE I

In PROMETHEE I wird angenommen, dass die Attraktivität einer Alternative sich anhand deren Aus- und Eingangsflüssen bestimmen lässt. Je höher der Ausgangsfluss und umso geringer gleichzeitig der Eingangsfluss einer Alternative ist, desto attraktiver gilt eine Alternative im Vergleich. Um eine möglichst vollständige Rangfolge aller Alternativen zu erlangen, werden die Aus- und Eingangsflüsse von allen Alternativen paarweise verglichen und daraus jeweils getrennte Aussagen für die Aus- und Eingangsflüsse anhand

$$\begin{aligned} aP^+b &\iff \phi^+(a) > \phi^+(b) \\ aI^+b &\iff \phi^+(a) = \phi^+(b) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} aP^-b &\iff \phi^-(a) < \phi^-(b) \\ aI^-b &\iff \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{aligned}$$

getroffen. Die Alternative a wird demnach gegenüber der Alternative b hinsichtlich der Ausgangsflüsse präferiert, solange der Ausgangsfluss der Alternative a größer ist als der Ausgangsfluss der Alternative b. Analog gilt für die Eingangsflüsse, dass die Alternative a gegenüber b präferiert wird, solange deren Eingangsfluss niedriger ist.

Um von den alleinstehenden Aussagen zu einer globalen Präferenzaussage zwischen zwei Alternativen zu kommen, werden die für die Aus- und Eingangsflüsse jeweiligen Aussagen anhand des Schemas

$$\left.\begin{array}{rcl} aP^+b & \wedge & aP^-b \\ aP^+b & \wedge & aI^-b \\ aI^+b & \wedge & aP^-b \end{array}\right\} \Rightarrow \quad aPb$$
$$\begin{array}{rcl} aI^+b & \wedge & aI^-b \end{array} \quad \Rightarrow \quad aIb$$

kombiniert. Gilt jedoch, dass die Präferenzaussage des Eingangsflusses im Widerspruch zu der des Ausgangsflusses steht, dann wird mit aJb die Unvergleichbarkeit zwischen den Alternativen a und b angenommen. Infolgedessen ist das Resultat von PROMETHEE I in vielen Fällen eine Quasi- bzw. partielle Halbordnung und nicht vollständig.

1.3.2 PROMETHEE II

Das PROMETHEE II-Verfahren verhindert die Möglichkeit der Unvergleichbarkeit zwischen zwei Alternativen und ermöglicht auf diese Weise ein vollständiges Ranking aller Alternativen. In dem Verfahren wird der Nettofluss $\phi(a)$ einer Alternative a als Differenz aus deren Ein- und Ausgangsfluss anhand

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

berechnet. Anschließend können die Alternativen der Größe des jeweiligen Nettoflusses nach geordnet werden, sodass

$$\begin{aligned} aPb &\iff \phi(a) > \phi(b) \\ aIb &\iff \phi(a) = \phi(b) \end{aligned}$$

gilt.

2 Künstliches Kriterium

Abstrakt erklärt, werden bei der Verfahrensfamilie der künstlichen Kriterien[11] alle Eigenschaften eines Entscheidungsproblems anhand einer passenden Attributsausprägung gemessen und durch einen Aggregationsmechanismus letztendlich zu einem einzigen umfassenden, aber künstlichen Kriterium, einem dimensionslosen Skalar, zusammengefasst. Der jeder Alternative zugewiesene Wert ist keine immanente Eigenschaft der Alternative, sondern ist gänzlich exogen durch die Wahl des Aggregationsverfahrens und der damit verbundenen Festlegung der Kriterien gegeben. Die Ausprägung des künstlichen Kriteriums legt nun die Position einer einzelnen Alternative, relativ zu allen anderen Alternativen gesehen, hinsichtlich der Attraktivität fest und ermöglicht somit ein Ranking aller Alternativen. Die grundlegende Idee dieser Methodenfamilie ist die einer Verbundmessung[12]. Illustrativ erklärt, ist das Ziel, die verschiedenen Eigenschaften miteinander verrechenbar zu machen. Es wird eine Messgröße gesucht, welche die Attraktivität einer Alternative ausdrückt und dabei alle wesentlichen Eigenschaften umfasst; ungeachtet der Tatsache, dass die Eigenschaft eine wirtschaftliche, physikalische oder zeitliche Größe ist. Dieses Maß muss konstruiert werden, wenn es keine natürliche Messgröße bzw. kein Attribut gibt, in der alle Eigenschaften einheitlich ausgedrückt werden können. Ein Beispiel solch einer natürlichen Messgröße aus dem Umfeld von Unternehmen sind Kostenäquivalente. In manchen Unternehmensentscheidungen können alle Eigenschaften in Kosten ausgedrückt werden. Hieraus ergibt sich dann die Möglichkeit, die Alternative auszuwählen, die das geringste Kostenäquivalent aufweist. Existiert hingegen kein natürliches Maß, so muss ein künstliches Maß als Kriterium konstruiert werden. Das Ziel dieser Methodenfamilie ist es, eine mathematische Repräsentation der Präferenzen des Entscheiders zu erhalten. Dies wird erreicht, indem die Parameter anhand der zur Verfügung stehenden oder verfügbar gemacht werdenden Präferenzinformationen gesetzt werden (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 232). Die so bezeichneten Präferenzinformationen sind die Werturteile des Entscheidungsträgers über die intra- und interkriteriellen Trade-offs.

Hierfür wird eine Funktion benötigt, die über die verschiedenen Eigenschaften einen

[11] Diese werden auch als Mono-Kriterium-Verfahren bezeichnet.
[12] Im Englischen „Conjoint Measurement“.

einzelnen Skalar schafft, für den gilt (Keeney und Raiffa, 2003, S. 68):

$$g(\boldsymbol{a}) = V(g_1(a), g_2(a), \ldots, g_n(a))$$

mit

$$V(a_1, \ldots, a_n) \geq V(b_1, \ldots, b_n) \iff (a_1, \ldots, a_n) \succeq (b_1, \ldots, b_n), \tag{2.1}$$

wobei $V(\cdot)$ den Aggregationsmechanismus darstellt und als aggregierte Präferenz- bzw. Wertfunktion[13] bezeichnet wird. Die partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot)$ bilden die Attraktivität der Alternativen in Bezug auf eine bestimmte Eigenschaft ab.

Die am meisten verwendeten Verfahren dieser Familie sind die MAVT-Verfahren. Diese folgen nahezu ausnahmslos dem Ablauf, wie er in Abbildung 3.1 (siehe S. 27) dargestellt ist. Folglich bestehen sie aus zwei elementaren Teilen: Dem Festsetzen der normierten partiellen Wertfunktionen, welche die intrakriteriellen Trade-offs bestimmen, sowie der Wahl der dazugehörigen Aggregationsmethode, welche die interkriteriellen Trade-offs festlegt. Wie noch gezeigt werden wird, besteht die Wahl der Aggregationsmethode aus der Festsetzung der Form der multiattributären Wertfunktion und dem Fixieren der Skalierungsfaktoren, mit denen die normierten partiellen Wertfunktionen in die multiattributäre Wertfunktion eingehen.

Im Folgenden werden die gängigsten Formen für die Durchführung jeder dieser drei Schritte kurz vorgestellt. Ein explizites MAVT-Verfahren ist jeweils eine Kombination aus den vorgestellten Methodenbausteinen.

2.1 Multiattributäre Wertfunktion

Ein wesentlicher Schritt in der mathematischen Darstellung des Präferenz- bzw. Wertsystems eines Entscheidungsträgers ist die Wahl der für den jeweiligen Fall am besten geeigneten multiattributären Wertfunktion. Die multiattributäre Wert- bzw. Präferenzfunktion kann, wie im Folgenden gezeigt werden wird, verschiedene Formen annehmen, denen wiederum verschiedene Annahmen über Wirkungszusammenhänge bzw. die Präferenzstruktur des Entscheiders zugrunde liegen. Die in der Literatur untersuchten Formen sind hauptsächlich die additive und, weniger zahlreich, die multiplikative Wertfunktion.

[13] Im Allgemeinen wird in der Literatur zwischen Wert- und Nutzenfunktion die Unterscheidung getroffen, dass immer dann von einer Nutzenfunktion gesprochen wird, wenn die Unsicherheit bei einem Entscheidungsproblem eine wichtige Rolle spielt. Hingegen wird von Wert- oder Präferenzfunktion gesprochen, wenn Unsicherheit nur eine nachgeordnete Rolle einnimmt (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 236).

Beide Formen haben gemeinsam, dass sie zur Beurteilung einer Alternative anhand der Aggregation der jeweiligen partiellen Wertfunktionen $g_i(a_i)$ aller Kriterien kommen. Das Hauptunterscheidungsmerkmal ist die grundlegende Form der Funktion, ob die partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot)$ additiv oder multiplikativ verknüpft sind.

Wie zu einem späteren Zeitpunkt gezeigt wird, gibt es starke Gründe, die für eine Verwendung einer additiven multiattributären Wertfunktion sprechen. Tatsächlich findet eine multiplikative Wertfunktion in der Praxis nur sehr selten Anwendung, so werden in den praktischen Aufsätzen hauptsächlich additive Wertfunktionen verwendet. Dementsprechend wird der folgende Abschnitt der Arbeit seinen Schwerpunkt ebenfalls auf diese legen. Die multiplikative Wertfunktion wird nur soweit behandelt, wie es für das Verständnis, warum eine additive Wertfunktion ausreicht, nützlich ist. Es existieren auch Hybridformen, die in Verbindung mit der multiplikativen Form kurz vorgestellt werden.

2.1.1 Additive Wertfunktion

Das additive Modell ist ein einfaches und im Bereich von Rankings und Bewertungen im Allgemeinen die am häufigsten verwendete Approximation eines Wertsystems. Es ist leicht verständlich und zumindest in der Theorie sehr praktikabel. Oft wird es auch als Scoring-Modell, Punktbewertungsverfahren oder Nutzwertanalyse bezeichnet (Eisenführ, Weber und Langer, 2010, S. 133).

Das additive Modell hat folgende Form:

$$V(\boldsymbol{a}) = \sum_{i=1}^{m} g_i(a_i) \tag{2.2}$$

Hier werden die Werte aller partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot)$ summiert. Soll zum Beispiel, wie in Gleichung 2.1 (siehe S. 54), gelten, dass der Entscheider die Alternative a der Alternative b vorzieht, dann muss

$$V(\boldsymbol{a}) = \sum_{i=1}^{m} g_i(a_i) \geq V(\boldsymbol{b}) = \sum_{i=1}^{m} g_i(b_i) \tag{2.3}$$

sein.

Besonders zu beachten ist, dass die partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot)$ bereits sowohl intra- als auch interkriterielle Werturteile beinhalten. Intrakriterielle Werturteile enthalten Informationen darüber, wie der Entscheidungsträger über Verbesserungen und Verschlechterungen innerhalb eines Kriteriums denkt. An dieser Stelle wird geklärt, ob der Wertzuwachs durch eine Verbesserung in der natürlichen Messgröße unabhängig vom Ausgangsniveau ist, oder ob zum Beispiel der Wertzuwachs mit wachsendem Ausgangsniveau abnimmt. Interkriterielle Informationen hingegen beinhalten die Werturteile des Entscheiders hinsichtlich Trade-offs zwischen den Kriterien. In diesen wird festgeschrieben, wie groß der Wertzuwachs im Kriterium i zugrunde liegenden Attribut i im Vergleich zur Wertabnahme im Kriterium j zugrunde liegenden Attribut j sein muss, damit letzterer kompensiert wird.

Um den Zusammenhang besser darzustellen, empfiehlt sich eine Trennung der intrakriteriellen von den interkriteriellen Informationen. Hierfür wird in Anlehnung an Bouyssou et al. (2006, S. 129) die Funktion $f_i(\cdot)$ als normalisierte partielle Wertfunktion mit einem auf das Intervall $[0, 1]$ normierten Wertebereich eingeführt. Für diese soll

$$f_i(\cdot) = \frac{g_i(\cdot) - \underline{g_i}}{\overline{g_i} - \underline{g_i}} \tag{2.4}$$

gelten, mit $\underline{g_i}$ als kleinstem und $\overline{g_i}$ als größtem Wert der nicht normierten partiellen Wertfunktion $g_i(\cdot)$. Löst man Gleichung 2.4 nach $g_i(\cdot)$ auf und setzt dies für die Alternativen a und b in die Gleichung 2.3 ein, so folgt daraus

$$\sum_{i=1}^{m} f_i(a_i)[\overline{g_i} - \underline{g_i}] \geq \sum_{i=1}^{m} f_i(b_i)[\overline{g_i} - \underline{g_i}]. \tag{2.5}$$

Diese Darstellung der partiellen Wertfunktion $g_i(\cdot)$ hat den entscheidenden Vorteil, dass intrakriterielle Informationen in den normalisierten partiellen Wertfunktionen $f_i(\cdot)$ von den interkriteriellen Informationen im Skalierungsfaktor $[\overline{g_i} - \underline{g_i}]$ getrennt sind. Der Skalierungsfaktor wird von dieser Stelle an als $v_i = \overline{g_i} - \underline{g_i}$ bezeichnet, auf dessen Interpretation zu einem späteren Zeitpunkt noch genauer eingegangen wird. Dementsprechend setzt sich die partielle und nicht normierte Wertfunktion $g_i(\cdot)$ aus dem Produkt des Skalierungsfaktors v_i und der normierten partiellen Wertfunktion $f_i(\cdot)$ zusammen, sodass $g_i(\cdot) = v_i f_i(\cdot)$ gilt. Folglich lässt sich Gleichung 2.5 zu

$$\sum_{i=1}^{m} v_i f_i(a_i) \geq \sum_{i=1}^{m} v_i f_i(b_i)$$

umschreiben.

Nun wird auch die Idee der Verbundmessung deutlich sichtbar. Abbildung 2.1 zeigt die Zusammenhänge für den Vergleich der beiden Alternativen a und b, die sich in den zwei Attributen 1 und 2 unterscheiden.

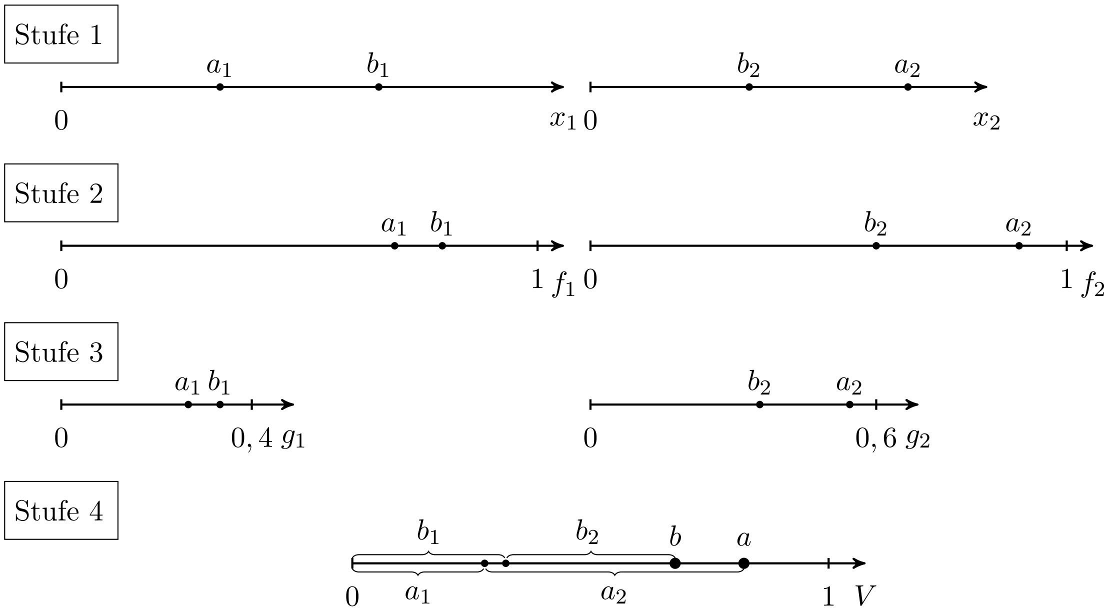


Abbildung 2.1: Grundidee der Verbundmessung

In Stufe 1 wird die Attraktivität der beiden Alternativen a und b anhand der Ausprägungen derjenigen Attribute gemessen, die die beiden Ziele des Entscheidungsträgers am besten ausdrücken. In Stufe 2 werden die intrakriteriellen Informationen durch das Festlegen der normierten partiellen Wertfunktionen in das Modell eingepflegt. Die hierzu verwendbaren Methoden werden in Abschnitt 2.2 (siehe S. 61 ff.) kurz beschrieben. In Stufe 3 werden die normierten partiellen Wertfunktionen mit den Skalierungsfaktoren $v_1 = 0,4$ und $v_2 = 0,6$ in die partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot)$ überführt. Durch das Festlegen der Skalierungsfaktoren anhand der Werturteile des Entscheidungsträgers wird dessen Wertsystem in das Modell implementiert. Die Methoden zur Erhebung der Skalierungsfaktoren werden in Abschnitt 2.3 (siehe S. 66 ff.) besprochen. In Stufe 4 folgt nun die Aufsummierung der partiellen Wertfunktionen zur multiattributären Wertfunktion $V(\cdot)$, die das umfassende Ergebnis wiedergibt.

2.1.2 Multiplikative und hybride Wertfunktion

Alternativen zu der rein additiven Form der Wertfunktion sind die multiplikative und die hybride Form. Letztere kombiniert additive und multiplikative Elemente. Die allgemeine Form einer multiplikativen Wertfunktion ist nach Edwards und Winterfeldt (1986,

S. 275):

$$\begin{aligned}V(\boldsymbol{a}) = &\sum_{i=1}^{m} v_i f_i(a_i) + \sum_{i<j} v v_i v_j f_i(a_i) f_j(a_j)\\ &+ \sum_{i<j<m} v^2 v_i v_j v_m f_i(a_i) f_j(a_j) f_m(a_m)\\ &+ \cdots + \ldots + v^{n-1} \prod_{n=1}^{m} v_i f_i(x_i).\end{aligned}$$

Die Gleichung lässt sich auch vereinfacht in der kompakten Form

$$1 + vv(\boldsymbol{a}) = \prod_{i=1}^{m} \{1 + v v_i f_i(x_i)\}$$

mit v als Gewichtung für die Interaktionseffekte zwischen den einzelnen Kriterien darstellen.

Keeney und Winterfeldt (2007, S. 238 f.) nach gibt es ebenfalls hybride Formen, die zwar hauptsächlich additive Terme haben, aber auch wenige multiplikative verknüpfte Ziele miteinbeziehen. Angenommen das Urteil des Entscheiders über die Alternative a lässt sich anhand

$$V(\boldsymbol{a}) = v_i f_i(a_i) + v_j f_j(a_j) + v_{ij} f_i(a_i) f_j(a_j)$$

adäquat darstellen. Solange $v_{ij} \neq 0$ erfüllt ist, enthält die Wertfunktion zwar einen multiplikativen Term, bleibt aber durch die additive Verknüpfung eine additive Wertfunktion, die in diesem Fall aus drei Termen besteht. Die ersten beiden Terme messen die direkten Effekte der Attribute i und j und der dritte multiplikative Term schließt den Interaktionseffekt zwischen den Attributen i und j mit in das Wertsystem ein.

Das Beispiel zeigt, dass selbst bei der Aufnahme von nicht-additiven Termen in die Wertfunktion, die meisten Vorteile einer additiven Wertfunktion bestehen bleiben und gleichzeitig wichtige Aspekte der Entscheidung abbildbar sind, die additiv nicht nachzubilden sind (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 239).

2.1.3 Auswahl der für ein vorliegendes Entscheidungsproblem passenden Form

Eine der Hauptaufgaben bei der Lösung eines Entscheidungsproblems ist die Wahl der passenden Form der multiattributären Wertfunktion. Hierbei gilt es zwei Aspekte abzuwägen: die Handlichkeit eines Ansatzes und dessen Validität für das vorliegende Entscheidungsproblem. Es wird immer wieder betont, dass das additive Modell leichter zu konstruieren ist als das nicht-additive (multiplikative) Modell (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 237). Dementsprechend sollte immer zuerst im Sinne einer leichteren Handhabung versucht werden, die Präferenzordnung des Entscheiders durch eine additive Funktion zu approximieren. Damit das additive Modell aber dem Entscheidungsproblem angemessen ist, muss die Präferenzstruktur des Entscheidungsträgers bestimmte Bedingungen erfüllen, sodass sie durch die Form einer additiven Funktion wiedergegeben werden kann (Schneeweiß, 1991, S. 129 ff.):

(AW-1) Der Entscheidungsträger muss eine vollständige und transitive schwache Ordnung über die Menge aller denkbaren Alternativen bilden können.

(AW-2) Die Substituierbarkeit zwischen Attributen muss gegeben sein.

(AW-3) Der Entscheider muss in der Lage sein, die Präferenz hinsichtlich des Attributs i zu formulieren, ohne dabei das Niveau der Attribute $j \neq i$ zu kennen.

Die Bedingung (AW-1) verlangt Transitivität und Vollständigkeit sowohl der Präferenzrelation P als auch der Indifferenzrelation I. Damit darf die tatsächliche Präferenzstruktur des Individuums nicht die in Abschnitt 2.1.2.5 (siehe S. 19 ff.) vorgestellte Form einer Halb- oder Intervallordnung aufweisen. Dies gilt für alle Methoden, in denen ein künstliches Kriterium anhand von Umformungen und Aggregation von Attributsausprägungen erschaffen werden soll.

Die Bedingung (AW-2) verlangt, dass eine Verschlechterung in einem Kriterium durch eine Verbesserung in einem anderen Kriterium kompensiert werden kann. Aus diesem Grund werden Methoden, in denen das künstliche Kriterium anhand einer additiven Aggregation entsteht, auch als kompensatorisch bezeichnet.

Der Inhalt von Bedingung (AW-3) wird beim Betrachten von Gleichung 2.2 (siehe S. 55) deutlich. Der Effekt, den eine Veränderung der Ausprägung eines Attributs auf die Gesamtbewertung der Alternative hat, ist vollständig unabhängig von der Ausprägung der anderen Attribute. Eisenführ, Weber und Langer (2010, S. 134) definieren diese einfache Präferenzunabhängigkeit wie folgt: Werden die beiden Alternativen $a, b \in \mathcal{A}$ betrachtet, die sich nur in Attribut i unterscheiden, lassen sich diese durch ihre Attributsvektoren

$$\boldsymbol{a} = (a_1, \ldots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \ldots, a_m)$$

und

$$\boldsymbol{b} = (a_1, \dots, a_{i-1}, b_i, a_{i+1}, \dots, a_m)$$

ausdrücken. Angenommen es existieren zwei andere Alternativen $c, d \in \mathcal{A}$ für die

$$\boldsymbol{c} = (c_1, \dots, c_{i-1}, a_i, c_{i+1}, \dots, c_m)$$

und

$$\boldsymbol{d} = (c_1, \dots, c_{i-1}, b_i, c_{i+1}, \dots, c_m)$$

gilt, dann muss ebenfalls

$$\boldsymbol{a} \succ \boldsymbol{b} \qquad \Longleftrightarrow \qquad \boldsymbol{c} \succ \boldsymbol{d}$$

für alle $a, b, c, d \in A$ wahr sein und analog für $\prec, \sim$ gelten.

Damit ein Wertsystem eines Entscheiders durch ein additives Modell ausgedrückt werden kann, muss die Präferenzunabhängigkeit zwischen allen den Kriterien zugrunde liegenden Attributen gelten (Krantz et al., 1971, S. 301 f.). Dies wird als wechselseitige Präferenzunabhängigkeit bezeichnet. Sie liegt nach Bouyssou et al. (2006, S. 238 f.) vor, wenn folgender Sachverhalt erfüllt ist:

Der Attributsvektor $\boldsymbol{a} = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_m)$ lässt sich in die beiden Subvektoren

$$\boldsymbol{y} = (a_1, \dots, a_i) \qquad \text{und} \qquad \boldsymbol{z} = (a_{i+1}, \dots, a_m)$$

mit

$$\boldsymbol{a} = (\boldsymbol{y}, \boldsymbol{z})$$

aufteilen. Keeney und Raiffa (2003, S. 109 ff.) sprechen von wechselseitiger Präferenzunabhängigkeit, wenn

$$(\boldsymbol{y}', \boldsymbol{z}') \succeq (\boldsymbol{y}'', \boldsymbol{z}') \Rightarrow (\boldsymbol{y}', \boldsymbol{z}) \succeq (\boldsymbol{y}'', \boldsymbol{z})$$

für jede mögliche Permutation der m Dimensionen in die Subvektoren $\boldsymbol{z}$ und $\boldsymbol{y}$ gilt. Es gilt als allgemeiner Konsens, dass diese Eigenschaft bei multikriteriellen Entscheidungsproblemen erfüllt ist (Bouyssou und Pirlot, 2005, S. 91). So lassen sich zwar leicht Beispiele konstruieren, in denen die Annahme verletzt ist, doch wird die Verletzung von Roy (1996) sowie auch von Edwards und Winterfeldt (1986) auf eine schlechte Auswahl der Kriterien zurückgeführt.

Ist eine der Bedingungen (AW-1) bis (AW-3) nicht erfüllt, dann kann das additive Modell nicht verwendet bzw. muss über eine Restrukturierung der Kriterien nachgedacht werden. Edwards und Winterfeldt (1986, S. 309) vertreten die Ansicht, dass durch passende Aufschlüsselung der Attribute jedes Entscheidungsproblem anhand eines additiven Modells dargestellt werden kann. Keeney und Winterfeldt (2007, S. 251) führen aus, dass wenn Ziele nicht-additiv erscheinen, sich eine Redefinition der Ziele oder eine Hinzunahme eines Ziels, welches die Gründe für die Nicht-Additivität abbilden kann, empfiehlt. Hauptgründe für Nicht-Additivität sind nach Keeney und Winterfeldt (2007, S. 238) die Verwendung von Modalzielen und, dass die Kombination zweier Attribute eine stärkere Auswirkung hat, als es bei einfacher Summierung berücksichtigt werden würde.[14]

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass wenn Ziele und die dazugehörigen Attribute entsprechend gut gewählt sind, eine additive multiattributäre Wertfunktion für eine Großzahl aller Entscheidungsprobleme angemessen ist. Sind alle genannten Bedingungen erfüllt, müssen anschließend die Skalierungsfaktoren v_i und die normierten partiellen Wertfunktionen $f_i(\cdot)$ festgelegt werden.

2.2 Festsetzen der normierten partiellen Wertfunktionen

Ein weiterer wichtiger Schritt in der Nachbildung des Wertsystems des Entscheidungsträgers ist die Festsetzung der partiellen Wertfunktionen. Diese können nur anhand von Präferenzinformationen vom Entscheidungsträger modelliert werden. Generell wird davon ausgegangen, dass die normierten partiellen Wertfunktionen als linear und monoton angenommen werden können, insofern die Finalziele sorgfältig gewählt wurden (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 250).

Ein Grund für die Linearität kann sein, dass die Messskala etwas misst, was einen Wert an sich darstellt (Keeney und Winterfeldt, 2007, S. 239). Dies ist nach Edwards und Winterfeldt (1986, S. 237) am ehesten gegeben, wenn als Approximation das natürliche Attribut verwendet wird, das den Wert am nächsten abbildet. Wenn ein Ziel nicht linear ist, dann sollte das Ziel neu definiert und nach den Gründen für die Nichtlinearität gesucht werden, wie dies bereits bei der multiattributären Wertfunktion empfohlen wurde.

[14] Wie die Verwendung von Modalzielen dazu führen kann, dass eine multiplikative Form eine bessere Approximation liefert, zeigen Keeney und Winterfeldt (2007, S. 238) am Beispiel des Finalziels einer möglichst geringen Anzahl an Verkehrstoten. Mögliche Modalziele wären die Minimierung von „Fahren mit überhöhter Geschwindigkeit“ und „Trunkenheit am Steuer“. Eine additive Verknüpfung würde aber die Effekte des Rasens bei Trunkenheit nicht berücksichtigen. Ein zweiter Grund ist, dass ein Ziel als Multiplikator für ein anderes Ziel dient. Wählt man zum Beispiel „Fahrqualität“ bei einem Auto und dessen „erwartete Lebensdauer“ als Ziele, so sagen Keeney und Winterfeldt, dass bei einer erwarteten Lebensdauer von Null, die Fahrqualität keinen Vorteil bringt. Es wird empfohlen ein gemeinsames Ziel, wie zum Beispiel „erwartete Leistung“, zu konstruieren.

Ähnlich lässt sich auch die Eigenschaft der Monotonie verargumentieren. Auch hier gelten nicht-monotone Wertfunktionen als das Ergebnis einer ungenügenden Zielstrukturierung und Ziele mit nicht-monotonen Wertfunktionen können in monotone Unterziele zerlegt werden (Eisenführ, Weber und Langer, 2010, S. 124).

Die Verfahren zur Erhebung der partiellen Wertfunktionen lassen sich in numerische Verfahren, in denen der Entscheidungsträger sein Werturteil direkt trifft, und Verfahren mit der Ausnutzung von Indifferenz, in denen das Werturteil immer anhand eines Vergleichs zu einer bereits festgelegten Wertveränderung geschieht, unterteilen. Im Folgenden sollen die jeweils gängigsten Vertreter gezeigt werden.

2.2.1 Direkte Erhebungsmethoden

Die im Ablauf einfachsten Erhebungsmethoden sind die direkten Bewertungsverfahren, wie sie zum Beispiel in Edwards und Winterfeldt (1986, S. 226 ff.) beschrieben werden. Sie werden auch als numerische Methoden bezeichnet, da der Entscheider ein Werturteil durch die Angabe numerischer Werte trifft.

Vom Entscheidungsträger werden mehrere einfache Werturteile gefordert, anhand derer der Verlauf der partiellen Wertfunktion geschätzt wird. Sie können in verschiedenen Formen verlangt werden. Nach diesen lassen sich die direkte Schätzung und die Verhältnisschätzung unterscheiden.

2.2.1.1 Direkte Schätzung

Bei der direkten Schätzung wird in einem ersten Schritt vom Entscheidungsträger verlangt, für jedes Attribut i die attraktivste Alternative mit der Attributsausprägung $\overline{x_i}$ und unattraktivste Attributsausprägung mit der Attributsausprägung $\underline{x_i}$ zu bestimmen. Anhand dieser Angaben werden der obere und untere Ankerpunkt der normierten partiellen Wertfunktion $f_i(\cdot)$ mit $f_i(\overline{x_i}) = 1$ bzw. $f_i(\underline{x_i}) = 0$ festgelegt. Anschließend muss der Entscheidungsträger die übrigen Alternativen in dieses Intervall anhand seiner Einschätzung einordnen. Dieses Verfahren lässt sich problemlos bei quantitativen und qualitativen Attributen verwenden.

2.2.1.2 Verhältnisschätzung

Bei der Verhältnisschätzung wird zuerst eine Referenzalternative festgelegt. Mit dieser werden nun alle anderen Alternativen verglichen. Der Entscheider soll für jedes einzelne Attribut i und für alle Alternativen ein Werturteil dahingehend formulieren, um wie viel besser oder schlechter diese im Vergleich zur Referenzalternative abschneiden. Dieses Werturteil soll in Form eines Quotienten erfolgen. Aus der Aussage, dass Alternative b zwei mal so attraktiv wie die Referenzalternative a in Attribut i ist, würde

$$\frac{f_i(b_i)}{f_i(a_i)} = \frac{2}{1}$$

folgen. Für die Anwendung der Methode ist es erforderlich, dass der Entscheider das Konzept eines Nullpunktes ausreichend gut versteht (Edwards und Winterfeldt, 1986, S. 231), da dieses für eine Verhältnisskala grundlegend ist.

2.2.2 Methoden mit Indifferenz

Die zweite Familie von Methoden zur Erhebung der partiellen Wertfunktionen bzw. Kriterien erfordert keine direkten Werturteile in numerischer Form vom Entscheidungsträger, sondern verlangt Aussagen über die Indifferenz zwischen teils hypothetischen Alternativen. Dies führt allerdings auch zu Einschränkungen, in welchen Fällen diese Art von Verfahren angewandt werden können. Wenn die Methoden der Indifferenz verwendet werden sollen, müssen die Attributsausprägungen stetig genug sein, damit sie in genügend kleinen Schritten variiert werden können (Edwards und Winterfeldt, 1986, S. 224).

2.2.2.1 Methode gleicher Wertdifferenzen

Bei der Methode gleicher Wertdifferenzen, wie sie in Edwards und Winterfeldt (1986, S. 232 ff.) beschrieben wird, ist das Ziel, den kompletten Wertebereich X_i eines Attributs derart auf gleiche Teile der Wertfunktion aufzuteilen, dass es dem Wertsystem des Entscheidungsträgers entspricht.

Der erste Schritt hierbei ist das Festlegen eines Nullpunktes. Dies geschieht in gewohnter Weise, indem die am unattraktivsten empfundene Attributsausprägung den Wert $g_i(\underline{x_i}) = 0$ zugewiesen bekommt. Anschließend wird eine Attributsausprägung x_i^1 gewählt, die größer ist als $\underline{x_i}$, aber deren Wertzuwachs $x_i^1 - \underline{x_i}$ nur einen Bruchteil des gesamten

Wertebereichs $X_i = [\underline{x_i}, \overline{x_i}]$ entspricht.[15] Für diesen Wert x_i^1 wird

$$g_i(x_i^1) = 1$$

festgelegt. In einem zweiten Schritt wird nun der Wert x_i^2 gesucht, für den

$$(\underline{x_i} \to x_i^1) \sim (x_i^1 \to x_i^2)$$

gilt. Es wird die Attributsausprägung gesucht, die im Vergleich zu x_i^1 dem Entscheider den gleichen Zuwachs bringt, wie ihn x_i^1 gegenüber $\underline{x_i}$ ergeben hat. Aus

$$g_i(x_i^1) - g_i(\underline{x_i}) = g_i(x_i^2) - g_i(x_i^1)$$

folgt dann

$$g_i(x_i^2) = 2.$$

Dies wird wiederholt, bis auch der Maximalwert $\overline{x_i}$ abgedeckt ist. Abbildung 2.2 zeigt den Zusammenhang.

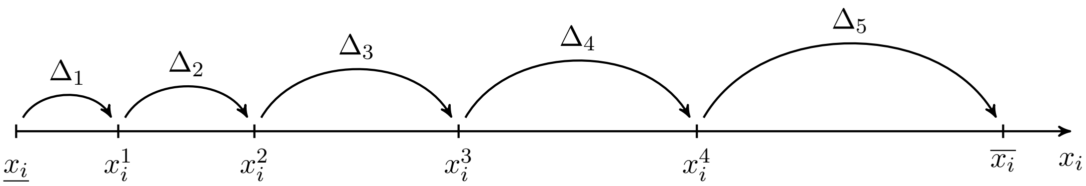


Abbildung 2.2: Methode gleicher Wertdifferenzen nach Edwards und Winterfeldt (1986)

Um von der Wertfunktion $g_i(\cdot)$ auf die normierte partielle Wertfunktion $f_i(\cdot)$ zu kommen, erfolgt im letzten Schritt die Normierung auf das Intervall $[0, 1]$.

2.2.2.2 Das Dual-Standard-Sequence-Verfahren

Die Idee des Dual-Standard-Sequence-Verfahrens nach Edwards und Winterfeldt (1986, S. 294 f.)[16] ist ähnlich zu der Idee der Methode gleicher Wertdifferenzen. Anstatt der Indifferenz zwischen Wertunterschieden innerhalb eines Attributs, wird hier eine festgelegte Veränderung in einem zweiten Attribut als Maßstab verwendet.

[15] Edwards und Winterfeldt (1986, S. 232) empfehlen ein Fünftel bis Zehntel des gesamten Wertebereichs.

[16] Das Verfahren wird in der Literatur unter verschiedenen Namen von unterschiedlichen Autoren beschrieben. Edwards und Winterfeldt (1986, S. 294 f.) und Krantz et al. (1971) bezeichnen es als „Dual Standard Sequence", Fishburn (1967, S. 450) bezeichnet es als „Saw Tooth" und Keeney und Raiffa (2003, S. 91 ff.) nennen es „Lock-Step".

Der grundlegende Ablauf beginnt mit der Festlegung eines beliebigen Referenzpunktes der multiattributären Wertfunktion[17]

$$V(\underline{x_1}, \underline{x_2}) = g_1(\underline{x_1}) + g_2(\underline{x_2}) = 0.$$

Im zweiten Schritt wird durch die Wahl einer beliebigen Wertzunahme von $\Delta x_1 = x_1^1 - \underline{x_1}$ eine Einheit festgelegt, für die gilt $g_1(x_1^1) = 1$ und entsprechend $V(x_1^1, \underline{x_2}) = 1$. Im dritten Schritt wird der Entscheidungsträger gebeten, ein Werturteil abzugeben. Er soll dasjenige x_2^1 wählen, das für ihn die Bedingung

$$(x_1^1, \underline{x_2}) \sim (\underline{x_1}, x_2^1)$$

erfüllt. Für die multiattributäre Wertfunktion muss dann nach obigen Annahmen auch $V(\underline{x_1}, x_2^1) = 1$ und somit $g_2(x_2^1) = 1$ gelten. Anschließend soll der Entscheidungsträger den Wert für x_2^2 festlegen, der die Bedingung

$$(x_1^1, x_2^1) \sim (\underline{x_1}, x_2^2)$$

erfüllt. Daraus resultiert wiederum $V(\underline{x_1}, x_2^2) = 2$, da $g_2(x_2^2) = 2$. Dementsprechend muss nun auch

$$V(x_1^2, \underline{x_2}) = V(x_1^1, x_2^1) = V(\underline{x_1}, x_2^2)$$

gelten (Keeney und Raiffa, 2003, S. 92). Das Verfahren lässt sich verallgemeinern in die Suche nach dem Wert x_2^c, der die Bedingung

$$(x_1^1, x_2^{c-1}) \sim (\underline{x_1}, x_2^c)$$

erfüllt (Edwards und Winterfeldt, 1986, S. 296).

2.2.2.3 Halbierungsmethode - Bisektion

Im Bisektionsverfahren ist das Ziel, den Wertebereich aus X_i immer wieder in zwei hinsichtlich der Attraktivitätszunahme in $g_i(\cdot)$ gleichwertige Bereiche zu unterteilen, bis sich hieraus eine partielle Wertfunktion ableiten lässt. Dafür werden der Maximalwert $\overline{x_i}$ und der Minimalwert $\underline{x_i}$ der Attributsausprägung bestimmt. Anschließend wird der Entscheider gebeten, den Wert der Attributsausprägung $x_i^{0,5}$ zu bestimmen, für den gilt, dass

$$(\underline{x_i} \to x_i^{0,5}) \sim (x_i^{0,5} \to \overline{x_i})$$

[17] Sollte es weitere relevante Attribute $i > 2$ geben, werden diese als konstant gehalten angenommen.

ist. Dementsprechend muss mit $f_i(\underline{x_i}) = 0$ und $f_i(\overline{x_i}) = 1$ auch

$$f_i(x_i^{0,5}) - f_i(\underline{x_i}) = f_i(\overline{x_i}) - f_i(x_i^{0,5}) = 0,5$$

gelten (Eisenführ, Weber und Langer, 2010, S. 121). Im Anschluss werden die Teilbereiche $[\underline{x_i}, x_i^{0,5}]$ und $[x_i^{0,5}, \overline{x_i}]$ gleichermaßen aufgespalten, um auf die Werte für $x_i^{0,25}$ bzw. $x_i^{0,75}$ zu kommen. Dies kann beliebig lange fortgesetzt werden, bis die Annäherung genügend genau ist.

2.3 Wahl der Skalierungsfaktoren

Die Festsetzung der Skalierungsfaktoren kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Generell lassen sich diese, wie bei der Festlegung der normierten partiellen Wertfunktion, in numerische und solche Methoden unterscheiden, welche die Indifferenz der Entscheidungsträger zwischen zwei Alternativen ausnutzen.

2.3.1 Numerische Methoden

Die meisten numerischen Methoden zur Festlegung der Skalierungsfaktoren nutzen das Konzept der relativen Wichtigkeit (Edwards und Winterfeldt, 1986, S. 274). So wird der Entscheidungsträger bei der Direct Rating Methode gebeten, zum Beispiel 100 Gewichtungspunkte auf die verschiedenen Kriterien zu verteilen. Dabei sollen, der relativen Bedeutung der einzelnen Kriterien entsprechend, die Punkte unter diesen aufgeteilt werden. Bei der direkten Verhältnisschätzung geschieht das anhand eines Referenzpunktes, den meistens das Kriterium mit der geringsten relativen Bedeutung bildet.

Eine Ausnahme bildet das von Eisenführ, Weber und Langer (2010, S. 143 f.) beschriebene Swing Weigths-Verfahren, das nicht das Konzept der relativen Wichtigkeit verwendet. In diesem Verfahren wird dem Entscheidungsträger eine hypothetische Alternative

$$\underline{\boldsymbol{x}} = (\underline{x}_1, \ldots, \underline{x}_{i-1}, \underline{x}_i, \underline{x}_{i+1}, \ldots, \underline{x}_m)$$

gezeigt, in der alle Attribute in ihrer schlechtesten Ausprägung vorliegen. Nun kann der Entscheidungsträger das Attribut i auswählen, das er am liebsten auf seinen besten Wert steigern möchte, während die restlichen auf dem schlechtesten Wert bleiben. Somit entsteht eine hypothetische Alternative

$$\boldsymbol{x^i} = (\underline{x}_1, \ldots, \underline{x}_{i-1}, \overline{x}_i, \underline{x}_{i+1}, \ldots, \underline{x}_m).$$

Anschließend wird der Entscheidungsträger nach dem Attribut gefragt, das er steigern würde, wenn das Attribut i nicht zur Verfügung stehen würde. Dieser Schritt wird wiederholt, bis eine Rangfolge zwischen allen Kriterien oder den diesen zugrunde liegenden Kriterien anhand der hypothetischen Alternativen $\boldsymbol{x^i}$ gebildet werden kann. Abschließend werden der festgestellten Bedeutung nach die Skalierungsfaktoren festgelegt.

2.3.2 Methoden mit Indifferenz

Alternativ zu den direkten Verfahren gibt es auch hier Ansätze, die anhand der Indifferenz des Entscheidungsträgers zwischen zwei Alternativen, Rückschlüsse über die relative Bedeutung der einzelnen Kriterien ziehen. Ein Beispiel ist das Trade-off-Verfahren, wie es von Eisenführ, Weber und Langer (2010, S. 140 f.) beschrieben wird. Bei diesem werden immer zwei Alternativen a und b gesucht, die sich möglichst nur in zwei Eigenschaften unterscheiden und zwischen denen der Entscheidungsträger indifferent ist. Ist ein entsprechendes Alternativenpaar

$$\boldsymbol{a} = (a_1, \ldots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \ldots, a_m)$$

$$\boldsymbol{b} = (a_1, \ldots, a_{i-1}, b_i, b_{i+1}, \ldots, a_m)$$

gefunden und gilt wegen $a \sim b$ auch $V(a) = V(b)$, dann kann daraus auf

$$v_i f_i(a_i) + v_{i+1} f_{i+1}(a_{i+1}) = v_i f_i(b_i) + v_{i+1} f_{i+1}(b_{i+1})$$

geschlossen werden. Mit $(m-1)$ Bedingungen und der Bedingung $\sum_1^m v_i = 1$ lassen sich anschließend alle Skalierungsfaktoren bestimmen.

2.3.3 Interpretation der Skalierungsfaktoren

Die Bedeutung der Skalierungsfaktoren v_i, die gerade im Zusammenhang mit der Konstruktion eines künstlichen Kriteriums oft als Gewichtungsfaktoren bezeichnet werden, soll eingehend diskutiert werden. Dies ist notwendig, da die Bezeichnung Gewichtungsfaktor und das damit verbundene Konzept der relativen Bedeutung der verschiedenen Kriterien zueinander Grenzen hat, die auf den ersten Blick nicht offensichtlich sind. Sie müssen jedoch bei der Lösung eines Entscheidungsproblems beachtet werden, da es ansonsten zu Verwerfungen bei der Approximation des Wertsystems des Entscheidungsträgers kommen kann. Wie gezeigt wird, ist dies insbesondere immer dann der Fall, wenn die normierte partielle Wertfunktion und der Skalierungsfaktor getrennt voneinander bestimmt werden.

Wie bereits in Abschnitt 2.1.1 (siehe S. 55) beschrieben, ist es die Aufgabe eines Skalierungsfaktors, die interkriteriellen Trade-offs zu fixieren. Die Skalierungsfaktoren müssen hierfür eine Einheit auf der Messskala der normierten partiellen Wertfunktion $f_i(\cdot)$ über das Attribut i mit einer Einheit auf der Messskala der normierten partiellen Wertfunktion $f_j(\cdot)$ über das Attribut j in Verbindung setzen und damit eine Aussage über deren relative Bedeutung für den Entscheidungsträger treffen (Belton, 1986, S. 15). Die Skalierungsfaktoren bestimmen somit auch den Einfluss, den der Wertebereich eines Attributs auf die Gesamtbewertung durch die multiattributäre Wertfunktion maximal haben kann (Fischer, 1995, S. 254). Der Wert v_i gibt hierbei an, welchen Wertzuwachs in der multiattributären Wertfunktion $V(\cdot)$ eine Veränderung von der schlechtesten auf die beste Ausprägung in Kriterium i hat.

Tatsächlich lässt sich beim Betrachten der Gleichung 2.5 (siehe S. 56) erkennen, dass bei einer Veränderung der normierten partiellen Wertfunktion $f_i(\cdot)$ der dazugehörige Skalierungsfaktor v_i entsprechend angepasst werden muss. Dies ist am offensichtlichsten, wenn man die Skalierungsfaktoren auf $\sum_{i=1}^{m} v_i = 1$ normiert, indem man in Gleichung 2.5 durch $\sum_{i=1}^{m}[\overline{g_i} - \underline{g_i}]$ teilt. Da nur die relative Größe der Skalierungsfaktoren untereinander eine Aussage hat, wird durch die Normalisierung eine explizite der unendlich vielen Ausprägungen der Skalierungsfaktoren gewählt (Eisenführ, Weber und Langer, 2010, S. 131). Es ergibt sich

$$\sum_{i=1}^{m} \underbrace{\frac{\overline{g_i} - \underline{g_i}}{\sum_{i=1}^{m}[\overline{g_i} - \underline{g_i}]}}_{v_i} f_i(a_i) \geq \sum_{i=1}^{m} \underbrace{\frac{\overline{g_i} - \underline{g_i}}{\sum_{i=1}^{m}[\overline{g_i} - \underline{g_i}]}}_{v_i} f_i(b_i).$$

Der Skalierungsfaktor v_i ist hier der Wertebereich der normierten partiellen Wertfunktion im Verhältnis zur Summe der Wertebereiche aller normierten partiellen Wertfunktionen über alle Kriterien. Somit beinhaltet v_i ein Werturteil über die Bedeutung einer Einheit der natürlichen Messskala von Attribut i im Vergleich zu allen anderen Attributen $j \neq i$. Der Faktor skaliert die normierte partielle Wertfunktion entsprechend ihrer Bedeutung. Je bedeutender ein Kriterium i ist, desto größer wird v_i gewählt und desto größer ist der Wertebereich $[\underline{g_i}, \overline{g_i}]$ und damit der Einfluss des Kriteriums i in $V(\cdot) = \sum_{i=1}^{m} g_i(\cdot)$.

Wird jedoch der Wertebereich der Attributsausprägung, den die normierte partielle Wertfunktion abdeckt, verändert, so verändert sich für eine gegebene Alternative a der Wert der normierten partiellen Wertfunktion $f_i(a_i)$. Da es bei der Aggregation der Kriterien nur auf den Wert der partiellen Wertfunktionen $g_i(\cdot) = v_i f_i(\cdot)$ ankommt, muss, falls sich an der Bewertung $g_i(a_i)$ nichts ändern soll, eine entsprechende Anpassung des Skalierungsfaktors v_i erfolgen. Passiert dies nicht, führt eine Vergrößerung des Wertebereichs der Attributsausprägung, der durch die normierte partielle Wertfunktion $f_i(\cdot)$ in deren Wertebereich $[0, 1]$ abgedeckt wird, zu einer Abnahme der relativen Bedeutung von Kriterium i. Um dem entgegenzuwirken, muss bei einer Zunahme des Wertebereichs eine entsprechende Erhöhung und bei einer Abnahme des Wertebereichs eine entsprechenden Senkung des Skalierungsfaktors erfolgen. Eine ausführliche Diskussion über notwendige Anpassungen des Skalierungsfaktors bei der Veränderung des durch die normierte partielle Wertfunktion abgedeckten Wertebereichs der Attributsausprägung und eine damit verbundene Diskussion der Verfahren zur Festlegung der Skalierungsfaktoren findet sich in Nitzsch und Weber (1993, S. 938 ff.) und Fischer (1995, S. 260 f.).

2.4 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Eine Sonderstellung unter den Mono-Kriterium-Verfahren nimmt der Analytic Hierarchy Process (AHP) ein. Dieser ist ein in sich geschlossenes Verfahren und findet in der Praxis sehr häufig bei verschiedensten Problemen Anwendung. Den genauen Zusammenhang zwischen dem AHP und den MAVT-Verfahren diskutiert Dyer (2005, S. 286).

2.4.1 Verfahrensablauf

Saaty (1990, S. 14 f.) gibt einen Überblick über den Verfahrensablauf. Zuerst wird das Entscheidungsproblem hierarchisch strukturiert. Hierfür wird auf der obersten Stufe das zu erreichende Ziel angeschrieben. Auf der zweiten Stufe stehen die Kriterien, die zur Erreichung des Ziels von Relevanz sind. Auf letzter Ebene sind schließlich die Alternativen abgetragen, die über ihr Abschneiden in den einzelnen Kriterien die Erreichung des Ziels beeinflussen. Abbildung 2.3 gibt einen Überblick über die Hierarchisierung des Ziels, der Kriterien und der Alternativen, die problemlos um weitere Subkriterien erweitert werden könnte.

Im zweiten Schritt kommt es zu einem paarweisen Vergleich der verschiedenen Elemente anhand einer semantischen Skala von 1 bis 9 (Saaty, 1980, S. 18). Tabelle 2.1 gibt einen Überblick:

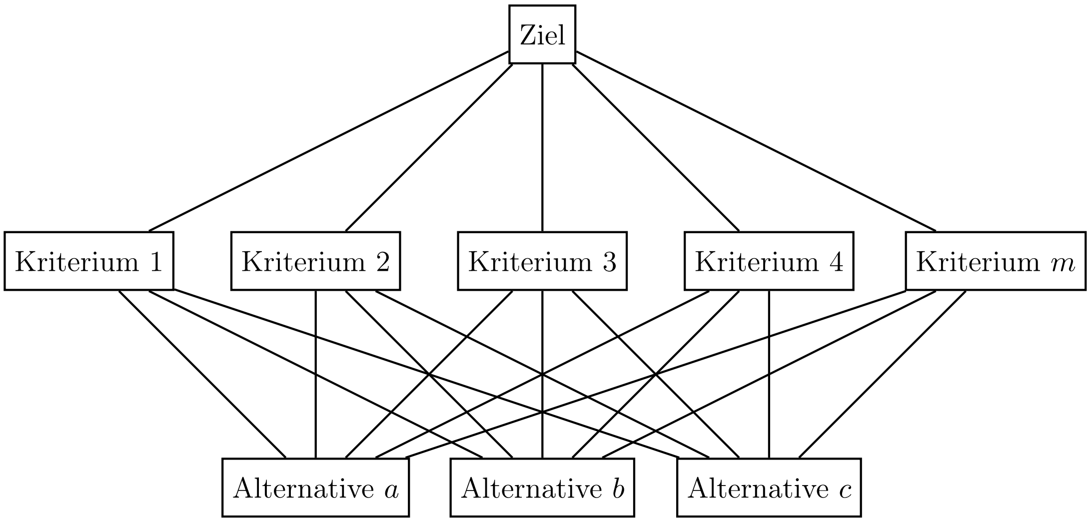


Abbildung 2.3: Hierarchisierung im AHP

Intensität der Bedeutung	**Definition**
1	gleich bedeutend
3	etwas bedeutender
5	bedeutender
7	viel bedeutender
9	wesentlich bedeutender
2,4,6,8	Zwischenwerte für benachbarte Beurteilungen

Tabelle 2.1: Semantische Skala im AHP

Anhand der paarweisen Vergleiche können die Gewichtungsfaktoren zwischen den Kriterien ermittelt oder das Abschneiden zweier Alternativen hinsichtlich eines Kriteriums i verglichen werden. Letzteres ist insbesondere dann nützlich, wenn die dem Kriterium zugrunde liegenden Attribute nicht auf einer kardinalen Skala vorliegen. Und auch wenn diese vorliegen, der Verdacht besteht, dass eine Veränderung der Werte auf der kardinalen Messskala der Attribute zu einer nicht-proportionalen Veränderung der Attraktivität der Alternative hinsichtlich dieses Kriteriums führt, wenn folglich bei der Veränderung der Ausgangspunkt, von dem aus diese geschieht, eine entscheidende Rolle spielt.

Die aus den paarweisen Vergleichen hinsichtlich der Wichtigkeit der einzelnen Kriterien[18] stammenden Beurteilungen, wie sie in der Form von Tabelle 2.2 vorliegen können, werden

[18] Äquivalent wird für die Beurteilung der Alternativen hinsichtlich der einzelnen Kriterien vorgegangen.

	Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3	Kriterium 4	$\dots$	Kriterium m
Kriterium 1	v_1/v_1	v_1/v_2	v_1/v_3	v_1/v_4	$\dots$	v_1/v_m
Kriterium 2	v_2/v_1	v_2/v_2	v_2/v_3	v_2/v_4	$\dots$	v_2/v_m
Kriterium 3	v_3/v_1	v_3/v_2	v_3/v_3	v_3/v_4	$\dots$	v_3/v_m
Kriterium 4	v_4/v_1	v_4/v_2	v_4/v_3	v_4/v_4	$\dots$	v_4/v_m
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Kriterium m	v_m/v_1	v_m/v_2	v_m/v_3	v_m/v_4	$\dots$	v_m/v_m

Tabelle 2.2: Einschätzungen des Entscheiders über die relative Bedeutung der einzelnen Kriterien

in einer Vergleichsmatrix Z festgehalten. Hierbei gilt

$$v_{ij} = \frac{v_i}{v_j}$$

und Schneeweiß (1991, S. 160) merkt an, dass im AHP davon ausgegangen wird, dass die Vergleiche in Verhältnissen ausgedrückt werden können. Es wird dem unterlegenen Vergleichsobjekt immer die 1 zugewiesen und dem überlegenen Objekt die entsprechende Bewertung aus Tabelle 2.1. Zusätzlich muss auch

$$v_{ii} = 1$$

und aus Gründen der Reziprozität

$$v_{ji} = \frac{1}{v_{ij}}$$

gelten, was gleichzeitig die Anzahl der durchzuführenden Vergleiche halbiert. Es folgt mit

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & v_{12} & v_{13} & v_{14} & \cdots & v_{1m} \\ v_{21} & 1 & v_{23} & v_{24} & \cdots & v_{2m} \\ v_{31} & v_{32} & 1 & v_{34} & \cdots & v_{3m} \\ v_{41} & v_{42} & v_{42} & 1 & \cdots & v_{4m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & v_{m3} & v_{m4} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

die Vergleichsmatrix. Um von der Vergleichsmatrix Z auf den entsprechenden Vektor der Gewichtungsfaktoren $\boldsymbol{v} = (v_1, \dots, v_m)^T$ für die Wertfunktionen bzw. beim Vergleich der Alternativen zu deren Profilen $\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b}, \dots, \boldsymbol{n}$ zu kommen, wird das Eigenwertverfahren verwendet (Saaty, 1980, S. 24). Anschließend kann aus den Profilen der Alternativen und den dazugehörigen Gewichtungsfaktoren das künstliche Kriterium für jede Alternative berechnet werden.

2.4.2 Inkonsistenz der Vergleichsmatrix

Im Idealfall sind die Angaben des Entscheiders in sich konsistent und für jedes Element der Vergleichsmatrix Z ist

$$v_{ij} \cdot v_{jl} = \frac{v_i}{v_j} \cdot \frac{v_j}{v_l} = \frac{v_i}{v_l} = v_{il}$$

erfüllt. Realistisch gesehen ist dies in der Praxis nur in den seltensten Fällen gegeben, da die Angaben des Entscheiders in sich nicht vollkommen stimmig sein werden. Um ein Maß für die Inkonsistenz in der Vergleichsmatrix Z zu haben, entwickelte Saaty (1990) den Konsistenzwert CR. Dieser setzt sich nach

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

aus dem Konsistenzindex der Vergleichsmatrix CI und dem Zufallsindex RI zusammen. Für den Konsistenzindex gilt

$$CI = \frac{\Lambda_{max} - m}{m - 1}$$

mit Λ_{max} als größtem Eigenwert der Vergleichsmatrix Z. Saaty (1990, S. 13) nach ist die Vergleichsmatrix in sich konsistent, wenn $\Lambda_{max} = m$ gilt. Als Zufallsindex RI verwendet Saaty den durchschnittlichen Wert des Konsistenzindex von zufällig generierten, reziproken Vergleichsmatrizen. Ist der Konsistenzwert CR gleich null, so sind die Angaben des Entscheiders in sich konsistent. Mit zunehmender Inkonsistenz wächst der Konsistenzwert CR. Saaty (2000, S. 84) empfiehlt bei einem Konsistenzwert größer $0,1$, die Angaben des Entscheiders mit diesem zu überprüfen.

Einen umfassenden Überblick aller Anwendungen des AHP in der Literatur bieten Vaidya und Kumar (2006).

2.5 Data Envelopment Analyse (DEA) als Lösungsansatz für multikriterielle Entscheidungsprobleme

Die im Folgenden präsentierte Data Envelopment Analyse (DEA) ist anfänglich nicht als Methode zur Lösung von multikriteriellen Entscheidungsproblemen entwickelt worden. Der von Charnes, Cooper und Rhodes (1978) vorgestellte Ansatz vergleicht im Grunde einzelne Decision Making Units (DMUs) mit seinen Peers bei der Umsetzung von Inputs in Outputs. Hierbei kann unter einem DMU jedes Gebilde verstanden werden, das eine Art von Input in eine Art von Output transformiert (Cooper, Seiford und Zhu, 2011). Das vorgestellte Modell bildet seit seiner Veröffentlichung die Grundlage für vielseitige Weiterentwicklungen, die Anwendung bei vielen Fragestellungen der Effizienzanalyse finden.[19] Im Vergleich dazu unterstützen die bisher diskutierten Lösungsansätze einen Entscheidungsträger bei der Wahl der für ihn besten Alternative bzw. bringen die Alternativen in eine seiner Präferenz folgenden Reihenfolge.

Die Aufnahme der Data Envelopment Analyse als Methode der multikriteriellen Entscheidungshilfe ist angemessen, da trotz unterschiedlicher ursprünglicher Intentionen sich bei geeigneter Wahl der In- und Outputs Gemeinsamkeiten zwischen einer multikriteriellen Entscheidungshilfe und der DEA ergeben. So zeigen die Arbeiten von Belton und Vickers (1993), Stewart (1996) und Sarkis (2000), dass die Formulierung der DEA grundsätzlich mit der Formulierung einer additiven Wertfunktion, wie es bei der Konstruktion eines künstlichen Kriteriums üblich ist, übereinstimmt, wenn Alternativen als DMUs, Skalierungsfaktoren als Gewichtungsfaktoren und deren zu maximierende Kriterien als Outputs bzw. die zu minimierenden Kriterien als Inputs im Rahmen der DEA definiert werden. Abbildung 2.4 gibt einen Überblick der Interpretation der einzelnen Bestandteile der DEA im entscheidungstheoretischen Kontext.

Der Hauptunterscheidungspunkt zwischen den originären Entscheidungsmethoden und der DEA ist, dass bei der Verwendung additiver Wertfunktionen innerhalb der originären Methoden die Trade-offs genau beziffert werden, während die DEA hier Flexibilität zulässt (Dyson et al., 2001, S. 255). Dies ermöglicht das Anwenden der DEA auch in Fällen, in denen die originären Methoden mangels verfügbarer Präferenzinformationen nicht mehr verwendet werden können. Die Fähigkeit auch weitestgehend ohne Informationen über interkriterielle Austauschverhältnisse auszukommen, ist die Stärke der DEA und ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber allen anderen Methoden zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme. Folglich bietet sich die Verwendung der DEA besonders unter Umständen an, in denen die Präferenzinformationen der Entscheidungsträger nur zum Teil oder vollständig unbekannt sind. Belton und Stewart (1999, S. 87) beschreiben dementsprechend die DEA als Ansatz, der versucht, aus einem objektiven Datensatz den maximalen Informationsgehalt zu extrahieren, ohne auf Subjektivität bzw. die subjektiven Präferenzen des Entscheidungsträgers zurückgreifen zu müssen. Andere multikriterielle Lösungsansätze müssen hingegen die subjektiven Werturteile eines Entscheidungsträgers erfassen und einbeziehen und können ohne diese nicht zu einem Ergebnis kommen.

[19] Eine breite Übersicht zu den Weiterentwicklungen und Anwendungen findet sich in Cook und Seiford (2009).

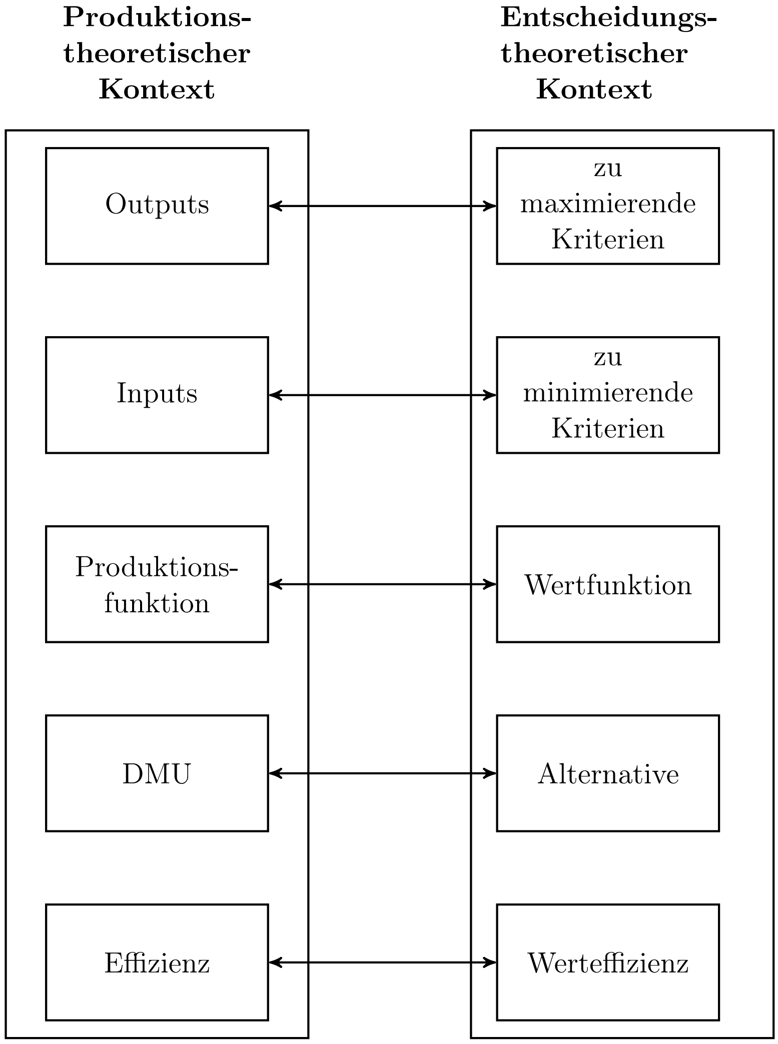


Abbildung 2.4: DEA im entscheidungstheoretischen Kontext

Beide Methodenfamilien der bisher diskutierten Entscheidungsansätze und die DEA können dennoch in keiner Weise als Substitute zueinander gesehen werden. Vielmehr unterscheiden sich die Anwendungsfelder der DEA und die der originären Lösungsansätze für multikriterielle Entscheidungsprobleme. Solange die Werturteile der relevanten Entscheidungsträger erreichbar sind, sollten diese erfasst und implementiert werden. Sind die Werturteile nicht zugänglich, sollte durch die Anwendung der DEA der maximale objektive Informationsgehalt aus einem Datensatz gezogen werden, anstatt auf eine willkürliche Subjektivität zurückzugreifen, die nicht der der tatsächlichen Entscheidungsträger entspricht. So kann die DEA als objektiver Ansatz zur Lösung von Entscheidungsproblemen gesehen werden (Sarkis, 2000, S.545).

Dabei gilt auch bei der Verwendung der DEA im entscheidungstheoretischen Kontext auf deren Besonderheiten zu achten. So ermittelt die DEA in ihrer ursprünglichen Verwendung anhand ihrer nicht-parametrischen Struktur diejenige Produktionsfunktion für jedes DMU, die dieses im Vergleich mit allen anderen DMUs am effizientesten erscheinen lässt. Wird die DEA als Lösungsansatz für multikriterielle Entscheidungsprobleme verwendet, ermittelt das Verfahren die Wertfunktionen für jede Alternative, die genau diese eine Alternative im Vergleich zu allen anderen Alternativen möglichst attraktiv erscheinen lässt. Die DEA ermittelt somit, welche Alternativen bei Annahme additiver Wertfunktionen hinsichtlich der Bereitstellung von Vorteilen zu gegebenen Nachteilen effizient sind und welche hingegen immer von anderen Alternativen übertroffen werden und so unter der Annahme additiver Wertfunktionen niemals als attraktivste Alternative gesehen werden können.

Die Form der Wertfunktionen ist in der Anwendung der DEA im entscheidungstheoretischen Kontext auf solche beschränkt, in denen die gewichtete Summe der Vorteile mit der gewichteten Summe der Nachteile einer Alternative verglichen wird und eine Variation der Gewichtung nur innerhalb von Vor- und Nachteilen, nicht aber zwischen Vor- und Nachteilen durch die DEA erfolgen kann (Belton und Stewart, 1999, S. 93 f.). Gleichermaßen ist die Form der Wertfunktion auf (stückweise)[20] lineare Funktionen beschränkt.

Die Verwendungsmöglichkeiten der DEA im entscheidungstheoretischen Kontext sind vielfältig. Sie kann verwendet werden, um für eine unüberschaubare Anzahl an Alternativen eine Vorauswahl zu treffen und anschließend mit der Menge der als effizient identifizierten Alternativen weiter arbeiten, wie es zum Beispiel von Stewart und Scott (1995) gemacht wurde. Alternativ kann man versuchen, anhand von Modellerweiterungen zur Lösung einer Auswahl- oder Rankingproblematik zu gelangen.

Im Folgenden sollen die Grundlagen der DEA im produktionstheoretischen Kontext und anschließend deren Stärken und Schwächen als Lösungsansatz multikriterieller Entscheidungsprobleme sowie sinnvolle Erweiterungen im entscheidungstheoretischen Kontext diskutiert werden.

2.5.1 Standardmodell von Charnes, Cooper und Rhodes (1978)

Das Standardmodell der Data Envelopment Analyse stammt aus der Arbeit von Charnes, Cooper und Rhodes (1978) und ist gemeinhin als CCR-Modell (**C**harnes, **C**ooper &

[20] Dies ist abhängig von der im Modell angenommenen Technologie.

Rhodes) bekannt. Die Effizienz eines DMUs o aus $j = 1, \ldots, n$ wird als das Maximum des Verhältnisses der gewichteten Summe aller vom DMU o hervorgebrachten Outputs y_{ro} mit $r = 1, \ldots, s$ zur gewichteten Summe aller vom DMU o hierfür verwendeten Inputs x_{io} mit $i = 1, \ldots, m$ definiert. Das bedeutet, für jedes DMU o wird das folgende Maximierungsproblem

$$\max_{u_r, v_i} E_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}} \tag{FP}$$

unter den Nebenbedingungen

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \qquad j = 1, \ldots, n \tag{FP-1}$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \ldots, s; \quad i = 1, \ldots, m \tag{FP-2}$$

gelöst. Die Parameter u_r und v_i sind die von der DEA ermittelten Skalierungsfaktoren für den jeweiligen In- bzw. Output. Sie spiegeln die einer jeden marginalen In- bzw. Outputveränderung zugehörige Wertveränderung der aggregierten Inputs respektive Outputs wider. Der gefundene Effizienzwert drückt dementsprechend aus, wie gut das DMU o im Vergleich zu allen anderen DMUs j seine verwendeten Inputs in Outputs umsetzt. Die Skalierungsfaktoren werden durch die DEA für jedes gerade betrachtete DMU so gewählt, dass dessen Effizienzwert maximal wird. Die DEA identifiziert somit den Skalierungsvektor für jedes DMU, der es im bestmöglichen Licht darstellt. Die hinsichtlich des Produktionsprozesses fehlenden Informationen werden durch für das jeweils betrachtete DMU möglichst wohlwollenden Annahmen ersetzt. Die Verhältnisse der ermittelten Skalierungsfaktoren spiegeln somit die Substitutionsraten zwischen den einzelnen Inputs, die Substitutionsraten zwischen den einzelnen Outputs sowie das Grenzprodukt zwischen In- und Output wider (Thanassoulis, Portela und Allen, 2004, S. 102).

Die Nebenbedingung FP-1 sorgt im Maximierungsproblem dafür, dass die durch die DEA ermittelten Skalierungsfaktoren für die In- und Outputs, sowohl für das betrachtete DMU o als auch auf alle andere DMUs j angewandt, zu einem Effizienzwert $0 \leq E_o \leq 1$ führt. Die Nebenbedingung stellt insofern die Obergrenze der Förderung der Attraktivität des DMU o durch die DEA dar, da die ermittelten Skalierungsvektoren auf ein DMU j angewandt nicht zu einem Effizienzwert von größer als 1 führen können. Es wird deutlich, dass der ermittelte Effizienzwert für ein DMU o vom Set aller anderen DMUs j abhängig ist, was wiederum Konsequenzen erwarten lässt, wenn sich das Set aller betrachteten DMUs ändert. Nebenbedingung FP-2 beschränkt die Skalierungsfaktoren auf nicht-negative Werte und wird in vielen Fällen auch auf Werte größer eines minimalen ε gesetzt. Das Maximierungsproblem FP wird für jedes DMU separat gelöst.

2.5.1.1 Effizienzkategorien

Abhängig vom Ergebnis des Maximierungsproblems FP kann ein DMU o in eine von drei möglichen, in Tabelle 2.3 dargestellten, Effizienz-Kategorien fallen.

Effizienzkategorie	**Effizienzwert**	**Skalierungsfaktoren**
Relative Effizienz	$E_o = 1$	$v_i, u_r > 0 \quad \forall i, r$
Schwache Effizienz	$E_o = 1$	$\exists i, r \quad v_i, u_r = 0$
Relative Ineffizienz	$E_o < 1$	$v_i, u_r \geq 0$

Tabelle 2.3: Effizienzkategorien

Ein relativ effizientes DMU o ($E_o = 1$ mit $v^*_{io}, u^*_{ro} > 0$) liegt auf dem von der DEA ermittelten effizienten Rand. Es ist dementsprechend nicht möglich, einen Output zu erhöhen bzw. einen Input zu verringern, ohne gleichzeitig einen anderen Output reduzieren bzw. einen anderen Input erhöhen zu müssen. Ist ein DMU hingegen relativ ineffizient ($E_o < 1$), liegt es nicht auf dem effizienten Rand und es existiert mindestens ein DMU j, für das mit den für DMU o ermittelten optimalen Skalierungsfaktoren (v^*_{io}, u^*_{ro}) die Nebenbedingung bindet und dieses einen Effizienzwert von 1 erzielt. Das ineffiziente DMU müsste seine Inputs um den Faktor $(1 - E_o)$ verringern, um auf den effizienten Rand aufzuschließen. Das bedeutet, dass der durch die DEA ermittelte Effizienzwert nicht nur eine Information darüber gibt, ob ein DMU ineffizient ist, sondern auch wie hoch der Grad der Ineffizienz des DMU o ist.

Ist der resultierende Effizienzwert $E_o = 1$ und kann dies lediglich mit einem Skalierungsfaktor für einen beliebigen In- oder Output $v_i, u_r = 0$ erreicht werden, wird das betrachtete DMU o als schwach effizient bezeichnet. Auch ein schwach effizientes DMU o ($E_o = 1$ und gleichzeitig $\exists i, r$ mit $v^*_{io}, u^*_{ro} = 0$) kann als ineffizient gesehen werden. Es befindet sich zwar auf dem von der DEA ermittelten effizienten Rand, jedoch könnte der Input i (Output r), dem der Skalierungsfaktor 0 zugewiesen wurde, reduziert (erhöht) werden, ohne Nachteile beim aggregierten Output (Input) hinnehmen zu müssen.

Abbildung 2.5 veranschaulicht die Effizienzkategorien in einem Beispiel mit zwei sich zwischen den DMUs unterscheidenden Inputs und einem für alle DMUs einheitlich hohen Output.

Die drei DMUs a, b und c sind relativ effizient und bilden zusammen mit dem schwach effizienten DMU e den effizienten Rand. DMU d ist relativ ineffizient und könnte durch eine radiale Verringerung aller Inputs hin zum fiktiven DMU d' zum effizienten Rand,

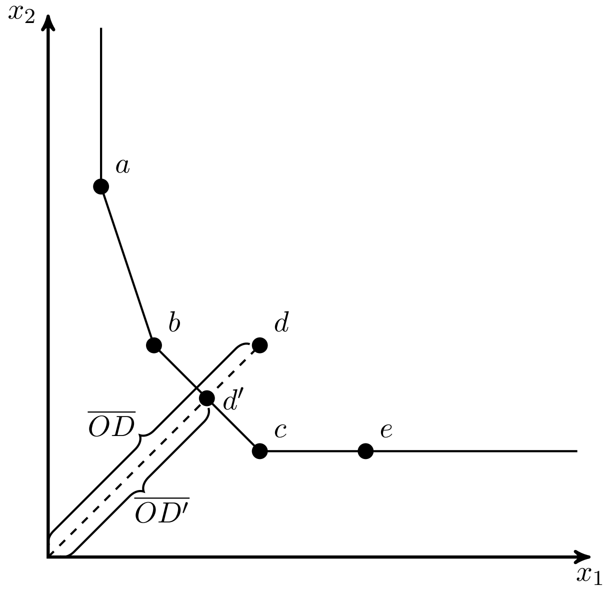


Abbildung 2.5: Effizienzkategorien DEA

der durch eine Linearkombination der effizienten DMUs b und c gebildet wird, aufschließen. Die DMUs b und c bilden dementsprechend das Referenzset für das DMU d. Der Effizienzwert von DMU d ergibt sich in der Abbildung durch $E_d = \overline{OD'}/\overline{OD}$ und zeigt den Grad der Ineffizienz von DMU d an.

2.5.1.2 Lineare Form des CCR-Models

Wie Cooper, Seiford und Zhu (2011, S. 9) zeigen, gibt es für das nicht-lineare Maximierungsproblem FP eine unendliche Anzahl an Lösungen, da jede multiplikative Transformation einer gefundenen Lösung $(\boldsymbol{u^*}, \boldsymbol{v^*})$ hin zu $(\tau\boldsymbol{u^*}, \tau\boldsymbol{v^*})$ das Problem ebenfalls löst. Wie Charnes, Cooper und Rhodes (1978) zeigen, lässt sich durch das Setzen von $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1$ eine eindeutige Lösung finden, wodurch das Maximierungsproblem FP zu folgendem äquivalenten, aber nun linearen Maximierungsproblem LP wird:

$$\max_{u_r, v_i} E_o = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} \tag{LP}$$

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \qquad j = 1, \ldots, n; \tag{LP-1}$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1 \tag{LP-2}$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \ldots, s; \quad i = 1, \ldots, m. \tag{LP-3}$$

Leichter handhabbar ist das zu Problem LP duale Problem DLP, das zum gleichen Ergebnis kommt ($E_o = \theta^*$). Dies ist nach Cooper, Seiford und Zhu (2011, S. 9 f.):

$$\min \theta \tag{DLP}$$

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} \qquad i = 1, \ldots, m; \tag{DLP-1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \qquad r = 1, \ldots, s; \tag{DLP-2}$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \ldots, n. \tag{DLP-3}$$

Da es anhand des Maximierungsproblems DLP nicht möglich ist, zwischen relativ effizienten und schwach effizienten DMUs zu unterscheiden, wird ein zweiter Schritt zur Identifikation des Inputschlupfs s_i^- und Outputschlupfs s_r^+ benötigt. Folgendes Maximierungsproblem wird anhand des aus Maximierungsproblem DLP resultierenden Werts θ^* für jedes DMU j gelöst:

$$\max_{s_i^-, s_r^+} \left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+ \right) \tag{sDLP}$$

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{io} \qquad \forall i = 1, \ldots, m; \tag{sDLP-1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj} \lambda_j - s_i^+ = y_{ro} \qquad \forall r = 1, \ldots, s; \tag{sDLP-2}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall j, i, r \tag{sDLP-3}$$

gilt. Dementsprechend lässt sich wiederum in relative Effizienz ($\theta^* = 1$ und $s_i^-, s_r^+ = 0$)

und schwache Effizienz ($\theta^* = 1$ und $s_i^- > 0$ und/oder $s_r^+ > 0$) unterscheiden.[21]

2.5.1.3 Referenzsets ineffizienter DMUs

Erreicht ein DMU o einen Effizienzwert $E_o < 1$ und wird somit als ineffizient ausgewiesen, dann existiert entweder ein effizientes DMU j oder eine lineare Kombination aus mehreren effizienten DMUs, die mit dem von DMU o verwendeten Input mehr Output produzieren, oder den Output mit einem geringeren Input produzieren bzw. eine Mischung aus beiden Fällen (Adler, Friedman und Sinuany-Stern, 2002, S. 251). Diese DMUs werden als Peers von DMU o bezeichnet. Die Peers eines ineffizienten DMUs o sind entsprechend diejenigen DMUs, die mit dem für das ineffiziente DMU optimalen Skalierungsvektoren (v_{io}^*, u_{ro}^*) einen Effizienzwert von 1 erreichen (Liu, Ding und Lall, 2000, S. 145).

Das Set der Peers, auch Referenzset für DMU o genannt, sind in LP alle DMUs j für die

$$E_o^{RS} = \left\{ j : \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^* y_{rj} = \sum_{i=1}^{m} v_{io}^* x_{ij} \right\}$$

oder äquivalent für das Modell DLP

$$E_o^{RS} = \left\{ j : \lambda_j^* > 0 \right\}$$

gilt (Cooper, Seiford und Tone, 2006, S. 25, 47). Das bedeutet auch, dass die DEA das DMU o nicht nur mit allen anderen real existierenden DMUs vergleicht, sondern auch mit allen hypothetischen DMUs, die durch eine lineare Kombination der tatsächlichen DMUs gebildet werden können.

2.5.1.4 Modellrichtung - Input- vs. Outputformulierung

Die Formulierung der Maximierungsprobleme FP, LP und DLP sind die input-orientierte Form der DEA. Die input-orientierte Form ermittelt, inwieweit die Inputs bei Konstanthalten der Outputs minimiert werden könnten. Der Effizienzwert der input-orientierten Form sagt aus, um welchen Faktor ein DMU seine Inputs bei gleichbleibendem Output reduzieren müsste, um zum effizienten Rand aufzuschließen. Die output-orientierte Form der DEA versucht vice versa die Maximierung der Outputs bei einem Konstant-halten der Inputs. Dabei sind die Ergebnisse beider Orientierungen äquivalent, da Gleichung 2.6

[21] Die Verbindung von DLP und sDLP wird als „envelopment form“ bezeichnet.

gilt.

$$E_o^{Input} = \frac{1}{E_o^{Output}}. \tag{2.6}$$

Ein Überblick über die output-orientierten Modelle findet sich in Cooper, Seiford und Tone (2006, S. 58 ff.).

2.5.1.5 Annahmen Technologie

Während Charnes, Cooper und Rhodes (1978) von konstanten Skalenerträgen ausgehen, sind in den folgenden Jahren Modelle entwickelt worden, die hiervon abweichende Annahmen über die zugrunde liegende Technologie treffen. Diese Annahmen können durch die Aufnahme einer weiteren Nebenbedingung in das Problem DLP implementiert werden. Tabelle 2.4 gibt diesbezüglich einen Überblick:

Technologie	**Nebenbedingung**
Konstante Skalenerträge (CRS)	$\lambda_i \geq 0$
Variable Skalenerträge (VRS)	$\sum_{j=1}^{n} \lambda_i = 1$
Steigende Skalenerträge (IRS)	$\sum_{j=1}^{n} \lambda_i \geq 1$
Sinkende Skalenerträge (DRS)	$\sum_{j=1}^{n} \lambda_i \leq 1$

Tabelle 2.4: Aufzunehmende Nebenbedingung in Abhängigkeit der unterstellten Skalenerträge

Die Wahl der Technologie bestimmt, welche Form der effiziente Rand annehmen kann. Wie in Abbildung 2.6 zu sehen ist, wird bei der Annahme von konstanten Skalenerträgen (CRS) davon ausgegangen, dass eine Produktionstechnologie unbegrenzt nach oben oder unten skaliert werden kann. Unter der Annahme von variablen Skalenerträgen (VRS) wird davon ausgegangen, dass die Produktionstechnologie nicht beliebig skaliert werden kann; ein DMU wird nur mit in etwa gleich großen DMUs verglichen (Coelli, Prasada Rao und Battese, 1998, S. 150). Bei sinkenden Skalenerträgen (DRS) ist die Annahme, dass sich eine Produktionstechnologie ausschließlich beliebig nach unten bzw. bei steigenden Skalenerträgen (IRS) beliebig nach oben skalieren lässt. Abbildung 2.6 veranschaulicht den Einfluss der getroffenen Annahmen über die Technologie auf den Verlauf des effizienten Rands.

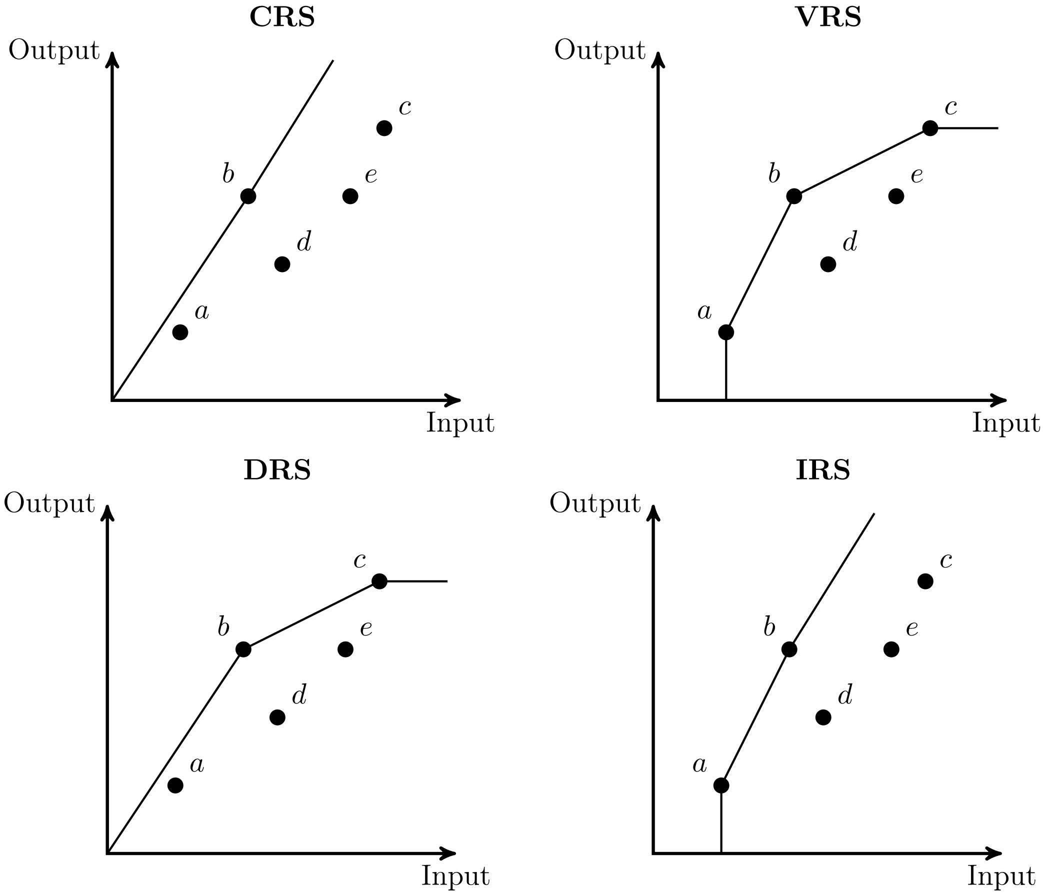


Abbildung 2.6: Form des effizienten Rands in der DEA in Abhängigkeit der unterstellten Skalenerträge

2.5.2 Verwenden der DEA zur Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme

Wird die DEA aus dem Kontext der Effizienzmessung von ex post beobachteten Produktionstechnologien herausgelöst und im Sinne eines Lösungsansatzes für multikriterielle Entscheidungsprobleme interpretiert, wird die DEA zu einer Methode, welche die Attraktivität einer Alternative aus Sicht einer Schar unbekannter Entscheidungsträger mit heterogenen Wertsystemen analysiert und versucht denjenigen Entscheidungsträger zu finden, für dessen Präferenzstruktur eine Alternative im Vergleich zu allen anderen Alternativen am attraktivsten erscheint. Denn während die DEA im Produktionskontext die Produktionsfunktion mit den Skalierungsfaktoren ermittelt, die ein DMU möglichst effizient erscheinen lässt, wird die DEA im Entscheidungskontext die Wertfunktion der

Form

$$V_o = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} \qquad (2.7)$$

mit den zugehörigen Skalierungsfaktoren ermitteln, die eine Alternative möglichst attraktiv erscheinen lässt (Stewart, 1996, S.656). Dies entspricht der Identifikation des Wertsystems, für das die Alternative relativ zu allen anderen Alternativen die höchste Attraktivität erreicht. Die relative Attraktivität einer Alternative wird fortan als Werteffizienz[22] bezeichnet. Ist eine Alternative relativ werteffizient, dann ist mindestens ein Wertsystem denkbar, für das die Alternative zu den attraktivsten aller möglichen Alternativen zählt. Ist eine Alternative relativ wertineffizient, dann gibt es für jedes denkbare Wertsystem mindestens eine Alternative, die gegenüber der betrachteten Alternative bevorzugt wird.

Durch die Vorgabe der Verwendung einer Funktion in Form von Gleichung 2.7 als Wertfunktion werden Annahmen über die mögliche Präferenzstruktur getroffen. So werden die linearen partiellen Wertfunktionen der einzelnen Kriterien zuerst mit den Skalierungsfaktoren multipliziert und anschließend additiv verknüpft. Dies beinhaltet die Annahme einer Substituierbarkeit mit konstanten Substitutionsraten zwischen den einzelnen Kriterien. Zusätzlich impliziert die Verwendung einer Wertfunktion die Annahme der Transitivität der Indifferenzrelation I. Dies verlangt wiederum die Annahme, dass die Entscheidungsträger mindestens in der Lage sind, eine schwache Ordnung über alle Alternativen bilden zu können. Dementsprechend ähnlich erscheint die DEA den Entscheidungsmethoden der künstlichen Kriterien.

Durch das Messen der Attraktivität einer Alternative anhand der Werteffizienz unterscheidet sich die DEA in einem Punkt aber entscheidend von den anderen Methoden des künstlichen Kriteriums. Diese verwenden den Wert der anhand der ermittelten Skalierungsfaktoren gebildeten Wertfunktion als künstliches Kriterium und somit als Maß für die Attraktivität einer Alternative. Da die DEA für jede Alternative eine eigene Wertfunktion ermittelt und das Ergebnis einer Alternative in einer Wertfunktion nicht mit dem Wert einer anderen Alternative in einer anderen Wertfunktion vergleichbar ist, greift die DEA auf ein radiales Maß zurück, das Verhältnis zwischen den mit den optimalen Skalierungsfaktoren gewichteten aggregierten zu maximierenden und minimierenden Kriterien. Der Wert V_o der ermittelten Wertfunktion für Alternative o selbst findet keine weitere Verwendung. Nur der für jede Alternative ermittelte Werteffizienz-Wert E_o ist anschließend als das künstlich geschaffene Kriterium anzusehen, anhand dessen die relative Attraktivität einer Alternative abgelesen werden kann.

[22] In Anlehnung an Halme, Joro und Korhonen (1999), die den Begriff in einem ähnlichen Zusammenhang verwenden.

Demnach entspricht der effiziente Rand all den Kombinationen aus aggregierten Vor- und Nachteilen, mit denen eine Alternative für den gerade betrachteten Skalierungsvektor zu einem Werteffizienzwert von 1 gelangen würde. Der effiziente Rand kann als Indifferenzkurve interpretiert werden, welcher der höchste von einer Alternative erreichbare Wert von 1 zugewiesen wird. Der Werteffizienzwert kann zusätzlich als Faktor, mit dem die Summe der Nachteile multipliziert werden müsste, interpretiert werden, damit eine Alternative zu den Attraktiven mit einem Effizienzwert von 1 aufschließt. Der Werteffizienzwert ist dementsprechend ein Maß für die Entfernung einer Alternative zum effizienten Rand (Podinovski und Thanassoulis, 2007, S. 118).

Wird die DEA als Methode der Entscheidungstheorie betrachtet, muss der Auswahl der einbezogenen Vor-und Nachteile besondere Beachtung geschenkt werden, wie dies in der Entscheidungstheorie üblich ist. Der Grund liegt darin, dass diese nicht mehr durch die realen In- und Outputs eines DMUs gegeben sind, sondern wie Kriterien behandelt werden müssen. Das heißt, es ist eine Analyse der Ziele möglicher Entscheidungsträger und einer sorgfältigen Konstruktion der Kriterien, wie in Kapitel 3.1.1 und 3.1.2 (siehe S. 28 ff.) beschrieben wurde, erforderlich.

2.5.3 Wege zur Erhöhung der Diskriminierungsmacht

Eine Kehrseite der DEA ist ihre begrenzte Diskriminierungsmacht zwischen Alternativen. Diese reicht in den meisten Fällen weder dazu aus, ein Auswahlproblem zu lösen, indem eine beste Alternative identifiziert wird, noch um ein vollständiges Ranking aller Alternativen zu erreichen.

An sich ermöglicht das Grundmodell der DEA eine Sortierung aller Alternativen in die drei zum produktionstechnischen Kontext äquivalenten beschriebenen Effizienzkategorien relative/schwache Werteffizienz und relative Wertineffizienz. Diese Einteilung ist zur Lösung eines Auswahlproblems unzureichend, sobald mehr als eine Alternative eine Werteffizienz von 1 erreicht und somit die Gruppe relativ werteffizienter Alternativen mehr als eine Alternative enthält. Dies ist wahrscheinlicher, umso mehr Alternativen oder weniger Kriterien berücksichtigt werden. Eine oft verwendete Heuristik ist, dass die Anzahl der Kriterien weniger als ein Drittel der Anzahl der Alternativen betragen sollte, um überhaupt eine ausreichende Diskriminierung in relativ werteffiziente und relativ wertineffiziente Alternativen zu erhalten (Friedman und Sinuany-Stern, 1998, S. 783). Alternative Empfehlungen hierzu finden sich auch in Dyson et al. (2001).

Innerhalb der gebildeten Gruppen kann die DEA keine weitere Unterscheidung mehr vornehmen. Existieren mehrere Alternativen a, b mit einer Werteffizienz von 1, kann die DEA zwischen diesen kein Urteil im Sinne von „a wird gegenüber b bevorzugt“ abgeben. Auch zwischen relativ wertineffizienten Alternativen mit einer Werteffizienz kleiner als 1 ist ein aussagekräftiges Werturteil zwischen a und b nur dann möglich, wenn beide Alternativen anhand des gleichen Referenzsets $E_a^{RS} = E_b^{RS}$ beurteilt werden. Im Regelfall wird die Werteffizienz aber anhand unterschiedlicher Referenzsets gebildet, was einen Vergleich schwierig macht (Cooper und Tone, 1997, S. 78).

Um die DEA als Hilfe für das Lösen eines Auswahl- oder Rankingproblems zu verwenden, benötigt es folglich einer passenden Spezifikation sowie der Erweiterung des Standardmodells von Charnes, Cooper und Rhodes (1978).

Es gibt viele Wege, die Diskriminierungsmacht des Grundmodells zu erhöhen. Übersichten zu diesem umfassenden Themengebiet finden sich in Allen et al. (1997), Adler, Friedman und Sinuany-Stern (2002), Angulo-Meza und Lins (2002), Thanassoulis, Portela und Allen (2004) und Podinovski und Thanassoulis (2007). Die in der Literatur am meisten diskutierten und in praktischen Problemen am häufigsten verwendeten Ansätze werden hier erörtert.

Ein oft genutzter Weg ist die Erhöhung der Anzahl der Kriterien bei, sofern möglich, gleichzeitiger Verminderung der berücksichtigten Alternativen. Beide Quantitäten hängen allerdings von dem eigentlichen Entscheidungsproblem ab und können somit nicht frei gewählt werden. Dieser Ansatz ist dementsprechend in den meisten Fällen nicht zielführend. Alternativ können Präferenzinformationen des Entscheidungsträgers in das Grundmodell implementiert werden, indem die Relevanz einzelner Kriterien bzw. der erlaubte Wertebereich der jeweiligen Skalierungsfaktoren in der DEA beschränkt werden. Eine Einschränkung der Skalierungsfaktoren ist auf vielen Wegen möglich, benötigt aber immer die Kenntnis von Präferenzinformationen. Sind keine Präferenzinformationen vorhanden, bleibt die Möglichkeit objektiver Ansätze, welche die Diskriminierungsmacht ohne Rückgriff auf Präferenzinformationen erhöhen können.

2.5.4 Einbeziehen a priori bekannter Informationen

Eine Stärke der DEA ist, dass sie ohne a priori bekanntes Wissen über den Produktionsprozess bzw. im entscheidungstheoretischen Kontext ohne das Wertsystem des Entscheidungsträgers auskommen kann. Stehen allerdings Informationen zum Wertsystem zur Verfügung, sollten diese in das Modell implementiert werden. Dies können zum Beispiel bekannte Zusammenhänge zwischen einzelnen Kriterien, Werturteile eines Entscheidungsträgers oder Expertenmeinungen sein. Sind derartige Informationen nicht zugänglich, arbeitet die DEA mit unbeschränkten Skalierungsfaktoren, d.h., sie trifft keine Annahmen über nicht bekannte Zusammenhänge.

Es gibt verschiedene Gründe, weshalb eine Integration von a priori bekannten Informationen in das grundsätzlich objektive Standardmodell und eine damit einhergehende Einschränkung der Skalierungsfaktoren gewünscht sein kann. Sind beispielsweise Präferenzen der Entscheidungsträger zum Teil bekannt, so lässt sich durch deren Implementierung ein Teil der Objektivität des Modells durch die Subjektivität des Entscheidungsträgers ersetzen. Das heißt, die vorher unbegrenzte Schar der möglichen Entscheidungsträger wird anhand der bekannten Informationen eingegrenzt.

Dies bringt zwei wünschenswerte Effekte mit sich: Zum einen wird sich die von der DEA gefundene Lösung des Entscheidungsproblems näher an diejenige annähern, die bei vollständiger Kenntnis des Wertsystems des Entscheiders gefunden werden würde. Zum anderen erhöht sich durch das Implementieren der Informationen die Diskriminierungsmacht der DEA, da das Einführen weiterer Beschränkungen in das Modell die Werteffizienz vieler Alternativen reduziert, was im Regelfall auch zu einer geringeren Anzahl werteffizienter Alternativen führt. Hiermit stellt sich auch eine bessere Vergleichbarkeit zwischen relativ wertineffizienten Alternativen ein, da sich durch die Reduzierung der Anzahl werteffizienter Alternativen auch die Anzahl der in den Referenzsets vertretenen Alternativen verringert.

Die Form von Präferenzinformationen, die implementiert werden können, ist dabei wenig eingeschränkt. Von einer genau bekannten Substitutionsrate zwischen einzelnen Kriterien bis hin zur bloßen Information über die ordinale Reihenfolge der Bedeutung einzelner Kriterien für den Entscheidungsträger lassen sich anhand in der Literatur vorgeschlagener Methoden alle Informationsstände integrieren.

Allgemein gibt es zwei Ansätze zur Implementierung von Präferenzinformationen in das CCR-Modell: die Manipulation des verwendeten Datensatzes oder die Aufnahme von zusätzlichen Beschränkungen auf die von der DEA zu ermittelnden Skalierungsfaktoren. Im Rahmen dieser Arbeit wird nur die Beschränkung der Skalierungsfaktoren als Möglichkeit diskutiert, da eine Veränderung des Datensatzes in den meisten Fällen nur dazu dient, einen zur Beschränkung der Skalierungsfaktoren äquivalenten Eingriff in das Standardmodell vorzunehmen und die Manipulation des Datensatzes in den praxisorientierten Arbeiten eine zu vernachlässigende Rolle spielt. Zusätzlich führt aber die Veränderung des Datensatzes in vielerlei Hinsicht zu Implikationen, die auch in der Literatur noch nicht vollständig ergründet wurden, während sich für die Beschränkung der Skalierungsfaktoren ein breites Spektrum theoretischer Arbeiten und praktischer Anwendungen finden lässt. Eine Übersicht der Methoden, die den Datensatz manipulieren, findet sich in Thanassoulis, Portela und Allen (2004, S. 118 ff.).

Bei der Vorgabe von Grenzen für die Skalierungsfaktoren ist zu beachten, dass, wie in Abschnitt 2.3 (siehe S. 66 ff.) gezeigt, eine getrennte Betrachtung von Skalierungsfaktor und partieller (normierter) Wertfunktion zu Problemen führen kann. Die einzelnen Kriterien, die als In- und Output verstanden werden, stellen genau diese partiellen Wertfunktionen in der DEA dar. So sind alle Begrenzungen abhängig von der zur Messung der Kriterien verwendeten Skala und müssen bei einer Änderung dieser wieder angepasst werden.

Im Folgenden werden die in der anwendungsorientierten Literatur gebräuchlichsten Methoden zur Beschränkung der Skalierungsvektoren vorgestellt und diskutiert.

2.5.4.1 Absolute Einschränkung der Skalierungsfaktoren

Eingeführt von Dyson und Thanassoulis (1988) ist ein möglicher Weg, die Skalierungsfaktoren zu beschränken, indem ein festes Intervall mit Unter- und Obergrenze vorgegeben wird, in dem oder innerhalb dessen sich der anschließend ermittelte Skalierungsfaktor befinden muss. Hierfür werden die in Tabelle 2.5 dargestellten Nebenbedingungen mit in das Modell aufgenommen.

Min-Kriterien	**Max-Kriterien**
$U_{v_i} \leq v_i \leq O_{v_i}$	$U_{u_r} \leq u_r \leq O_{u_r}$

Tabelle 2.5: Absolute Beschränkung der Skalierungsfaktoren

Die Werte $U_{v_i}, O_{v_i}, U_{u_r}, O_{u_r}$ sind dabei die vom Entscheidungsträger vorgegebenen Unter- bzw. Obergrenzen für die Skalierungsfaktoren v_i und u_r. Zusätzlich hat eine direkte Beschränkung eines Skalierungsfaktors neben dem direkten Effekt auch automatisch eine Auswirkung auf die anderen Skalierungsfaktoren. Wird hier eine Obergrenze gesetzt, kann dies wie eine Untergrenze für die anderen Skalierungsfaktoren wirken (Thanassoulis, Portela und Allen, 2004, S. 110).

Darüber hinaus haben direkte Beschränkungen zwei weitere Nachteile: Es kann, wie Angulo-Meza und Lins (2002, S. 227) zeigen, je nach Modellorientierung zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen und deren Verwendung führt, wie Podinovski (1999) zeigt, bei der Interpretation der Ergebnisse zu erheblichen Komplikationen. Auch wenn diese Art der

Beschränkung der Skalierungsfaktoren in der Literatur eine praktische Anwendung in Dyson und Thanassoulis (1988), Cook et al. (1991) und Cook, Kazakov und Roll (1994) und Sarkis (1999) gefunden hat, scheint sie gegenüber folgend dargestellten Wegen zu unterliegen und wird deswegen nicht weiter behandelt.

2.5.4.2 Assurance Regions

Der in der Praxis häufiger verwendete Weg ist die Beschränkung der Substitutionsraten zwischen zwei einzelnen zu minimierenden oder maximierenden Kriterien,[23] die sich aus dem Verhältnis der zugehörigen Skalierungsfaktoren zusammensetzen. Zuerst Anwendung fand der Assurance Region (AR) genannte Ansatz in Thompson et al. (1986), um die Diskriminierungsmacht der DEA in einem Standortauswahlverfahren zu erhöhen.

Es gibt zwei Typen von Assurance Regions. Solange Beschränkungen zwischen zwei entweder zu mini- oder zu maximierenden Kriterien erhoben werden, wird dies als Typ I bezeichnet. AR I finden meist in solchen Fällen Anwendung, in denen keine genaue Beziehung zwischen Kriterien bekannt ist, aber dennoch generelle Aussagen getroffen werden können. Zum Beispiel wird die Arbeitsstunde eines Arztes in einem Krankenhaus immer ein kostenintensiverer Faktor sein als eine Arbeitsstunde des Pflegepersonals. Typ II begrenzt die Substitutionsrate zwischen einem zu minimierenden Kriterium und einem zu maximierenden Kriterium. AR II finden dort Anwendung, wo zwischen einem einzelnen zu minimierenden Kriterium und einem einzelnen zu maximierenden Kriterium eine wünschenswerte Beziehung besteht. Dies ist zum Beispiel in Thanassoulis, Boussofiane und Dyson (1995) der Fall, in dem die Qualität der perinatalen Pflege in verschiedenen Einrichtungen untersucht wird. Hier besteht zwischen dem zu minimierenden Kriterium der gefährdeten Neugeborenen und dem zu maximierenden Kriterium der überlebenden gefährdeten Neugeborenen ein direkter Zusammenhang. Eine möglichst hohe Überlebensrate ist wünschenswert. Ohne Einschränkung der Skalierungsfaktoren würde die DEA eine hohe Gewichtung der gefährdeten Neugeborenen und gleichzeitig eine niedrige Gewichtung der überlebenden gefährdeten Neugeborenen erlauben, was dem Wunsch einer möglichst hohen Überlebensrate widersprechen würde (Dyson et al., 2001, S. 253 f.).

Tabelle 2.6 zeigt die zusätzlichen Nebenbedingungen, die je nach zu berücksichtigenden Informationen in das Modell aufgenommen werden müssten.

Sowohl AR vom Typ I als auch vom Typ II sind abhängig von der verwendeten Messskala

[23] Eine Übersicht über praktische Anwendungen der Assurance Region findet sich in Thanassoulis, Portela und Allen (2004, S. 110).

Min-Kriterien	Max-Kriterien	Min- und Max-Kriterien
$U_{i,i+1} \leq \frac{v_i}{v_{i+1}} \leq O_{i,i+1}$	$U_{r,r+1} \leq \frac{u_r}{u_{r+1}} \leq O_{r,r+1}$	$\gamma v_i \geq u_r$
AR I		**AR II**

Tabelle 2.6: Assurance Regions I & II

der Kriterien. Die DEA verliert somit zwar bei der Verwendung der AR ihre Invarianz gegenüber Veränderungen der Maßeinheiten, die Ergebnisse aber sind unabhängig von der Modellorientierung (Allen et al., 1997, S. 19).

2.5.4.3 Beschränkungen der virtuellen Vor- und Nachteile

Eine weitere Möglichkeit zur direkten Beschränkung der Skalierungsfaktoren ist die Beschränkung der virtuellen Vor- und Nachteile[24]. Die virtuellen Vor- und Nachteile einer Alternative sind jeweils das Produkt aus Skalierungsfaktor und Ausprägung des zu maxi- bzw. minimierenden Kriteriums. Dieser erstmals von Wong und Beasley (1990) und Beasley (1990) verwendete Ansatz beschränkt den Einfluss, den ein einzelner Vor- oder Nachteil einer Alternative auf die gesamten aggregierten Vor- und Nachteile haben darf. Dies ermöglicht somit die Implementierung eines Werturteils darüber, welchen Anteil ein bestimmtes zu maximierendes oder minimierendes Kriterium bei der Bestimmung der Werteffizienz insgesamt haben darf (Wong und Beasley, 1990, S. 831). Hierfür ist es notwendig, dass die a priori bekannten Informationen dazu ausreichen, eine obere und eine untere Grenze für die relative Bedeutung eines einzelnen Kriteriums festzulegen. Tabelle 2.7 zeigt die zu implementierenden Nebenbedingungen.

Min-Kriterien	Max-Kriterien
$U_{v_i} \leq \frac{v_i x_i}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_i} \leq O_{v_i}$	$U_{u_r} \leq \frac{u_r y_r}{\sum_{r=1}^{s} u_r y_r} \leq O_{u_r}$

Tabelle 2.7: Beschränkung der virtuellen Vor- und Nachteile

In vielen Fällen sollten laut Wong und Beasley (1990, S. 832) die zusätzlichen Beschränkungen aber nur für die jeweils betrachtete Alternative eingebaut werden. Die Beschränkung aller Alternativen würde hingegen zu hohen rechnerischen Anforderungen oder gar zur Unlösbarkeit des Problems LP führen (Dyson et al., 2001, S. 255).

Da die Einschränkung an den virtuellen Größen und nicht direkt an den Skalierungsfak-

[24] Im produktionstheoretischen Kontext die Beschränkung der virtuellen In- oder Outputs.

toren erfolgt, braucht auch bei einer Veränderung der Messskala keine Anpassung der Beschränkung vorgenommen werden.

2.5.4.4 Einführung ordinaler Beziehungen zwischen den Skalierungsfaktoren

Eine weitere Möglichkeit ist die von Golany (1988) und Ali, Cook und Seiford (1991) verwendete Methode der Einführung ordinaler Beziehungen zwischen den Kriterien. Hierzu werden die Skalierungsfaktoren relativ zueinander nach der Bedeutung der einzelnen Kriterien aus Sicht der Entscheidungsträger beschränkt, indem Nebenbedingungen, wie sie in Tabelle 2.8 gezeigt werden, in das Maximierungsproblem aufgenommen werden.

Min-Kriterien	**Max-Kriterien**
$v_i \geq v_{i+1} \geq v_{i+2} \geq \varepsilon$	$u_r \geq u_{r+1} \geq u_{r+2} \geq \varepsilon$

Tabelle 2.8: Beschränkung der Skalierungsfaktoren anhand ordinaler Beziehungen zwischen Kriterien

2.5.5 Supereffizienz

Eine weitere Möglichkeit, die Diskriminierungsmacht zwischen werteffizienten Alternativen zu erhöhen, ist die von Andersen und Petersen (1993) verwendete Supereffizienz. Bei diesem Ansatz wird die gerade betrachtete Alternative mit allen anderen Alternativen verglichen, jedoch nicht, wie es sonst im CCR-Modell üblich ist, mit sich selbst.

Dies geschieht, indem das Problem aus LP angepasst wird und die Nebenbedingung (LP-1) für die gerade betrachtete Alternative gestrichen wird. Das reduzierte Problem wird zu

$$\max_{u_r, v_i} E_o^{super} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} \tag{SLP}$$

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \qquad j = 1, \ldots, n; j \neq o; \tag{SLP-1}$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1 \tag{SLP-2}$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \ldots, s; \quad i = 1, \ldots, m \tag{SLP-3}$$

gilt. Dies führt dazu, dass eine bereits werteffiziente Alternative nun eine Werteffizienz von größer als eins erreichen kann,[25] da sie selbst nicht mehr als eigener Referenzpunkt verwendet wird. Stattdessen wird die Alternative jetzt mit einer bestmöglichen Referenz verglichen, die durch eine lineare Kombination aus allen anderen Alternativen gebildet werden kann. Dies führt dazu, dass insbesondere stark spezialisierte Alternativen eine sehr hohe Werteffizienz erreichen können (Adler, Friedman und Sinuany-Stern, 2002, S. 254).

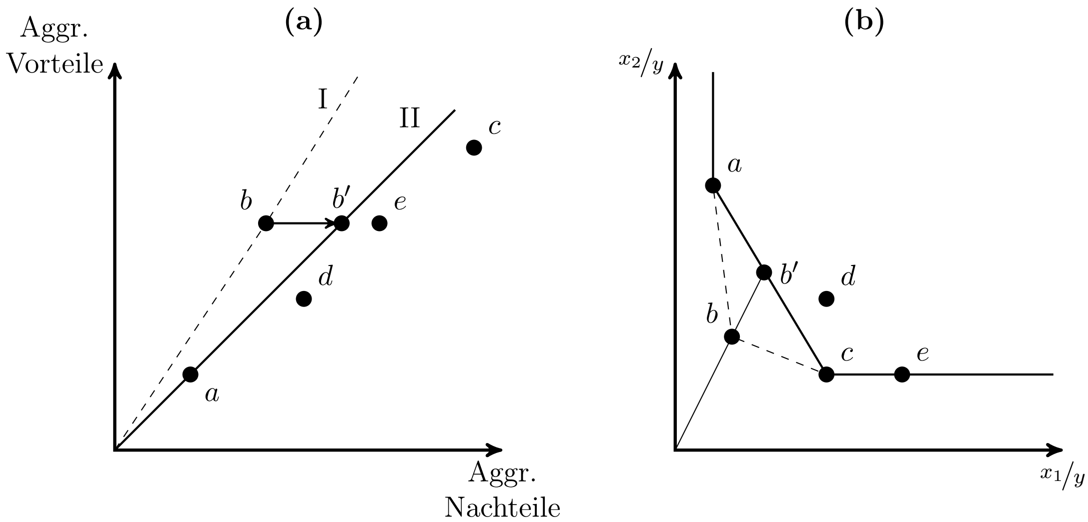


Abbildung 2.7: Supereffizienz

Abbildung 2.7(**a**) stellt den Sachverhalt im Diagramm mit den aggregierten Vorteilen an der Ordinate und aggregierten Nachteilen an der Abszisse, unter der Annahme einer linearen Wertfunktion, dar. In diesem Fall wird das Modell SLP für die bereits im Modell LP werteffiziente Alternative b gelöst. Da die Alternative b nun nicht mehr, wie noch im Modell LP, Teil des Vergleichssets ist, ist im Modell SLP der effiziente Rand nicht mehr die Gerade I, sondern die Gerade II. Der neue effiziente Rand II gilt ausschließlich für

[25] Dies gilt für das hier verwendete Äquivalent zum input-orientierten Modell aus dem produktionstheoretischen Kontext.

die Alternative b. Die Alternativen a, c, d und e würden weiterhin anhand der Gerade I evaluiert werden. Der Betrag, um den die Werteffizienz E_o^{super} der Alternative den Wert 1 übersteigt, zeigt an, um wie viel die werteffiziente Alternative in der Lage ist, die bestmögliche lineare Kombination aller anderen Alternativen zu übertreffen (Anderson, 2004, S. 446). Dementsprechend könnten die aggregierten Nachteile auch mit dem Supereffizienzwert der Alternative b E_b^{super} multipliziert werden, damit diese eine Werteffizienz von 1 erhält und auf den neuen effizienten Rand projiziert wird. Dies wäre die fiktive Alternative b'.

Abbildung 2.7(**b**) veranschaulicht den gleichen Sachverhalt für den Fall mit einem zu maximierenden und zwei zu minimierenden Kriterien im Diagramm mit den zu minimierenden Kriterien an den Achsen. Da die Alternative b nun nicht mehr Teil des effizienten Randes ist, bildet sich der effiziente Rand jetzt ausschließlich aus den Alternativen a, c und e und deren linearen Kombinationen. Der Effizienzwert E_b^{super} wird anhand der theoretischen Alternative b', die eine lineare Kombination aus den Alternativen a und c ist, wie in Zeichnung 2.5 (siehe S. 78) ermittelt.

Durch die Supereffizienz wird es somit möglich, weiter zwischen bereits werteffizienten Alternativen zu diskriminieren. Wobei die Alternativen einen umso höheren Wert erreichen, je spezialisierter sie sind.

2.5.6 Kreuzeffizienz

Eine weitere Möglichkeit, die Diskriminierungsmacht der DEA ohne Rückgriff auf a priori bekannte Informationen zu erhöhen, ist die Verwendung einer Kreuzeffizienzmatrix, wie sie ursprünglich von Sexton, Silkman und Hogan (1986, S. 88 ff.) vorgeschlagen wird. Diese findet auch in der Praxis rege Anwendung, wie bei der Auswahl von Forschungsprojekten in Oral, Kettani und Lang (1991) oder Green, Doyle und Cook (1996). Der Gebrauch einer Kreuzeffizienzmatrix ermöglicht ein vollständiges Ranking sowohl werteffizienter als auch wertineffizienter Alternativen.

Die Grundidee der Kreuzeffizienz besteht darin, dass die Alternative o nicht mehr ausschließlich anhand der für sie optimalen Skalierungsfaktoren bewertet wird, sondern auch anhand der für jeweils alle anderen Alternativen optimalen Skalierungsfaktoren. Das heißt, dass die Attraktivität einer Alternative nicht mehr durch ihre eigene Werteffizienz E_o bestimmt wird, sondern auch anhand der Werteffizienzen E_{jo}, die sich für die Alternative o ergeben, wenn sie mit den für Alternative j optimalen Skalierungsfaktoren v_{ij}^*, u_{rj}^*

nach

$$E_{jo} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_{rj} y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ij} x_{io}}$$

beurteilt wird. Als künstliches Kriterium, anhand dessen die relative Attraktivität direkt abgelesen werden kann, wird nun anstatt der Werteffizienz E_o der Durchschnitt aller Werteffizienzen

$$\overline{E_o} = \frac{\sum_{j=1}^{n} E_{jo}}{n}$$

verwendet. Tabelle 2.9 veranschaulicht den Ansatz:

Bewertende Alternative	**Berwertete Alternative**				
	1	2	3	...	n
1	E_{11}	E_{12}	E_{13}	...	E_{1n}
2	E_{21}	E_{22}	E_{23}	...	E_{2n}
3	E_{31}	E_{32}	E_{33}	...	E_{3n}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
n	E_{n1}	E_{n2}	E_{n3}	...	E_{nn}
Kreuzeffizienzwert	$\overline{E_1}$	$\overline{E_2}$	$\overline{E_3}$	...	$\overline{E_n}$

Tabelle 2.9: Grundkonzept der Kreuzeffizienz nach Sarkis (2000)

Da nun jede Alternative auch anhand der Skalierungsfaktoren aller anderen Alternativen bewertet wird, ist es möglich, dass eine werteffiziente Alternative im resultierenden Ranking hinter einer wertineffizienten Alternative eingeordnet wird. Ist dies der Fall, dann handelt es sich bei der werteffizienten Alternative um eine sehr spezialisierte Alternative, die nur durch eine sehr spezifische Wahl der Skalierungsfaktoren als werteffizient gelten kann.

Die Verwendung der Kreuzeffizienzmatrix führt aber auch zu Problemen. Wie Belton und Stewart (1999, S. 100) und Bouyssou (1999, S. 977) beschreiben, wird die Forderung nach der Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen verletzt, sodass es bei der Veränderung in der Menge aller Alternativen zu einem Rangtausch zweier Alternativen kommen kann, ohne dass sich die Alternativen selbst ändern. Dieses Problem tritt zum Beispiel in Green, Doyle und Cook (1996, S. 467) bei der Lösung eines Auswahlproblems auf.

Das Hauptproblem in der Verwendung der Kreuzeffizienzmatrix ist aber, dass die ermittelten Werte für die Skalierungsfaktoren nicht eindeutig sind (Sarkis, 2000, S. 546). Der maximale Wert für E_o muss nicht notwendigerweise mit nur einem bestimmten Skalierungsvektor erreichbar sein, vielmehr kann eine Reihe von Skalierungsvektoren zu dem

Ergebnis $E_o = 1$ für eine Alternative o führen. Der von der DEA für eine werteffiziente Alternative ermittelte Skalierungsvektor ist somit nicht eindeutig. Allerdings kann die Wahl eines alternativen optimalen Skalierungsvektors den Kreuzeffizienzwert anderer Alternativen positiv oder negativ beeinflussen (Wu et al., 2009). Dementsprechend ist eine anhand dieser willkürlichen Skalierungsvektoren ermittelte Kreuzeffizienz ebenso willkürlich und abhängig vom Skalierungsvektor, den eine zur Lösung verwendete Software zuerst identifiziert (Despotis, 2002; Liang et al., 2008a).

Aus der Literatur ergeben sich folgende Lösungen für dieses Problem. Die Willkürlichkeit kann zum Beispiel verhindert werden, indem das Grundmodell LP um ein sekundäres Ziel, neben dem primären Ziel der Werteffizienzmaximierung, erweitert wird, wie dies von Doyle und Green (1994) mithilfe einer aggressiven bzw. wohlwollenden Variante vorgeschlagen wird. Das primäre Ziel bleibt immer die Maximierung der eigenen Werteffizienz E_o. Im wohlwollenden Modell wird zusätzlich das sekundäre Ziel implementiert, das aus all den Skalierungvektoren die E_o maximieren, derjenige gewählt wird, der alle anderen Alternativen im arithmetischen Mittel möglichst attraktiv erscheinen lässt. Im aggressiven Modell hingegen lautet das sekundäre Ziel, dass derjenige Skalierungsvektor gewählt werden soll, der alle anderen Alternativen im arithmetischen Mittel möglichst unattraktiv erscheinen lässt. Tabelle 2.10 gibt einen Überblick:

Kreuzeffizienz-Variante	**Willkürlich**	**Wohlwollend**	**Aggressiv**
Modell	LP		
Primäres Ziel	$\max E_o$		
Sekundäres Ziel	-	$\max \sum_{j \neq o} E_{jo}$	$\min \sum_{j \neq o} E_{jo}$
Nebenbedingungen	$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0$ $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1$ $u_r, v_i \geq 0$		

Tabelle 2.10: Varianten der Kreuzeffizienz

Im Gegensatz zur willkürlichen Variante von Sexton, Silkman und Hogan (1986) führen die wohlwollende Variante von Doyle und Green (1995) und die aggressive Variante aus Doyle und Green (1994) zu eindeutigen Ergebnissen. Eine Kehrseite der beiden Ansätze ist, dass sie zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen, die sich zusätzlich auch vom Ergebnis des willkürlichen Ansatzes unterscheiden. So zu sehen in Sarkis (2000, S. 549 ff.), der bei der Verwendung des willkürlichen und des aggressiven Ansatzes an einem Fallbeispiel zu unterschiedlichen Ergebnissen kommt. Liang et al. (2008b, S. 1282 f.) kommen ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Verwendung der drei Ansätze. In diesem Sinne kritisiert Bouyssou (1999, S. 977) den Ansatz der Kreuzeffizienz, da sich die Ergebnisse je nach Verwendung unterscheiden, obwohl es schwierig ist, eine begründete

Entscheidung zwischen dem aggressiven und dem wohlwollenden Ansatz zu finden.

2.5.6.1 Spielbasiertes Modell

Eine Erweiterung, welche die bei den drei bisher vorgestellten Varianten der Kreuzeffizienz gezeigten Nachteile verhindert, ist die spielbasierte Kreuzeffizienz aus Liang et al. (2008b). Bei diesem Ansatz werden die Alternativen als einzelne Spieler und deren erreichter Kreuzeffizienzwert als deren Auszahlung interpretiert. Die Alternativen befinden sich in einem nicht-kooperativen Spiel, in dem sie versuchen, ihren Kreuzeffizienzwert zu maximieren. Damit der spielbasierte Ansatz für ein Problem angemessen ist, sollten sich nach Liang et al. (2008b, S. 1279) die Alternativen in einer Art Wettbewerb zueinander befinden.

Die grundsätzliche Idee der spielbasierten Kreuzeffizienz besteht darin, dass die gerade betrachtete Alternative o versucht, ihre eigene Attraktivität in Verhandlung mit Alternative j über die Wahl der Skalierungsfaktoren zu maximieren, und zwar unter der zusätzlichen Nebenbedingung, dass die Alternative j mit den ermittelten Skalierungsfaktoren nicht schlechter gestellt wird als ein bereits von dieser Alternative erreichtes Attraktivitätsniveau. Die Verhandlungen werden jeweils bilateral durchgeführt und enden erst dann, wenn es zu einem eindeutigen Ergebnis für alle Alternativen gekommen ist. Die Besonderheit des Ansatzes liegt darin, dass dieser, unabhängig mit welchem der drei Ansätze gestartet wurde, immer zu einem identischen Ergebnis führt.

Der von Liang et al. (2008b) beschriebene Algorithmus startet mit der Lösung des Maximierungsproblems LP. Anhand der ermittelten optimalen Skalierungsfaktoren für jede Alternative wird anschließend der Kreuzeffizienzwert für alle Alternativen berechnet.[26] Die hieraus resultierenden Werte $\overline{E_j}$ bilden das von einer Alternative j erreichte Attraktivitätsniveau, das bei der Wahl der Skalierungsfaktoren durch Alternative o in der folgenden Verhandlung mit Alternative j für diese nicht unterboten werden darf. Das heißt, es wird das nachstehende Maximierungsproblem für die gerade betrachtete Alternative o gelöst:

$$\max_{u_{ro}^j, v_{io}^j} E_{jo} = \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^j y_{ro} \tag{SBKE}$$

[26] Anstatt des hier verwendeten willkürlichen Ansatzes kann, wie bereits erwähnt wurde, ohne Auswirkungen auf das Ergebnis, auch der aggressive oder der wohlwollende Kreuzeffizienzansatz verwendet werden. Der rechnerischen Einfachheit halber empfiehlt sich der willkürliche Ansatz.

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{r=1}^{s} u_{ro}^{j} y_{rl} - \sum_{i=1}^{m} v_{io}^{j} x_{il} \leq 0 \qquad l = 1, \ldots, n; \tag{SBKE-1}$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_{io}^{j} x_{io} = 1 \tag{SBKE-2}$$

$$\alpha_j^t \cdot \sum_{i=1}^{m} v_{io}^{j} x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^{j} y_{rj} \leq 0 \tag{SBKE-3}$$

$$u_{ro}^{j}, v_{io}^{j} \geq 0; \quad r = 1, \ldots, s; \quad i = 1, \ldots, m; \tag{SBKE-4}$$

mit $\overline{E_j} = \alpha_j^1$ gilt. Dieses Problem wird für jede Alternative o gerade $(n-1)$-mal gelöst, sodass das Maximierungsproblem für die Alternative o in Verbindung mit jeder anderen Alternative j $(j \neq o)$ gelöst wird. Anschließend wird das arithmetische Mittel über die daraus resultierenden Werteffizienzen E_{jo} gebildet. Dieser stellt den neuen Referenzwert α_o^2 für den zweiten Iterationsschritt dar, indem wieder das Modell SBKE für jede Alternative o, aber diesmal mit α_j^2 gelöst wird. Dieser Schritt wird mit den wiederum resultierenden Referenzwerten

$$\alpha_o^{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^{j}(\alpha_j^t) y_{ro}$$

gelöst, bis das Abbruchkriterium mit der Bedingung

$$|\alpha_j^{t+1} - \alpha_j^t| < \varepsilon \qquad \forall j = 1, \ldots, n;$$

erfüllt ist. Der letzte resultierende Kreuzeffizienzwert kann abschließend für das Bilden einer Reihenfolge unter den Alternativen verwendet werden. Wie Liang et al. (2008b, S. 1281 f.) zeigen, ist der Algorithmus immer konvergent, was sich auch in Anwendungen in Wu, Liang und Zha (2009) und Wu, Zhou und Liang (2010) bestätigt.

Mit dieser Methode ist es somit möglich, zu einem einheitlichen und nicht willkürlichen Ergebnis zu gelangen. Das Ergebnis ist unabhängig davon, ob der erste Verhandlungswert α_j^1 mit dem willkürlichen, wohlwollenden oder aggressiven Ansatz ermittelt wurde. An dieser Stelle muss aber angemerkt werden, dass es sich bei der spielbasierten Kreuzeffizienz nicht mehr um einen Kreuzeffizienzwert im eigentlichen Sinne handelt, da dieser nicht mehr anhand der für alle anderen jeweils optimalen Skalierungsfaktoren entstanden ist, sondern anhand von Skalierungsfaktoren, die für die Alternative selbst unter der Einhaltung der Nebenbedingungen der Nicht-Verschlechterung einer jeweils anderen Alternative optimal sind. Eine exemplarische Anwendung als multikriterielle Auswahlmethode zwischen sechs Alternativen findet sich in Wu und Liang (2012).

Zusätzlich zeigen Liang et al. (2008b, S. 1279), dass mit der spielbasierten Kreuzeffizienz das Problem der Verletzung der Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen im Vergleich zu den anderen Kreuzeffizienzansätzen reduziert werden kann.

Die Kreuzeffizienzansätze stellen somit ein mögliches Verfahren dar, wie auch ohne den Rückgriff auf a priori bekannte Informationen, ein vollständiges Ranking aller Alternativen erreicht werden kann. Im Gegensatz zur Supereffizienz gilt dies bei der Kreuzeffizienz nicht nur für die Gruppe der werteffizienten Alternativen.

3 Fazit

Im vorhergehenden Teil der Arbeit wurde gezeigt, dass ein tatsächliches Entscheidungsproblem erst dann existiert, wenn sich mindestens zwei Alternativen in zwei Eigenschaften unterscheiden und diese hinsichtlich der Attraktivität widersprüchlich ausgeprägt sind. Erst unter diesen Umständen ist es nicht mehr möglich, zu einer eindeutigen Empfehlung zwischen den Alternativen zu gelangen, ohne die Werturteile eines Entscheidungsträgers einzubeziehen. Da zur Lösung eines Entscheidungsproblems das Wertsystem des Entscheiders durch die zur Lösung verwendete Methode nachgeahmt werden muss, wurde daran anknüpfend der Schwerpunkt auf die Vorstellung und Diskussion bestehender Methoden gelegt.

Hierfür wurden die in der Praxis am häufigsten angewandten Verfahren aus den beiden Kategorien der Outranking-Ansätze und der Mono-Kriterium-Verfahren, die ein künstliches Kriterium bilden, vorgestellt. Wie dargestellt werden konnte, unterscheiden sich die Ansätze hinsichtlich der über das Wertsystem des Entscheiders getroffenen Annahmen und des für die Durchführung bestehenden Informationsbedarfs. Die Outranking-Verfahren gehen nahezu ausnahmslos davon aus, dass ein schlechtes Abschneiden in einem Kriterium nicht durch das Abschneiden in einem anderen Kriterium kompensiert werden kann und sind somit nicht-kompensatorisch. Gleichzeitig benötigen sie drei Arten von Präferenzinformationen, um durchgeführt werden zu können: die Gewichtungsfaktoren der Kriterien, die Kriterien selbst sowie die verschiedenen verwendeten Präferenz-, Indifferenz- und Vetoschwellenwerte (Sarkis, 2000, S.544). Zusätzlich eignen sich die Outranking-Verfahren auch bei der Verwendung von Halbkriterien und sind somit nicht auf das Vorliegen von kardinalen Kriterien angewiesen. Die Mono-Kriterium-Verfahren hingegen arbeiten mit echten Kriterien und benötigen die normierten partiellen Wertfunktionen, die Skalierungsfaktoren und die aggregierende multiattributäre Wertfunktion als Präferenzinformationen. Bei letzterem konnte aber gezeigt werden, dass die Verwendung einer linearen Wertfunktion für die meisten praktischen Probleme angemessen ist.

Da der Informationsbedarf der meisten Methoden in der Praxis nicht in ausreichendem Maße abgedeckt werden kann, wurde zusätzlich zu den originären Lösungsansätzen gezeigt, wie die Data Envelopment Analyse im entscheidungstheoretischen Kontext verwendet werden kann. Im Gegensatz zu den anderen vorgestellten Methoden ist die DEA die einzige, die ohne vollständige Informationen über die Präferenzen des Entscheidungsträgers auskommt, da die fehlende Information durch die für die Alternative jeweils möglichst wohlwollende Information ersetzt wird. Die einzigen unausweichlich benötigten und zugleich exogen zu treffenden Werturteile sind die Auswahl der zu berücksichtigenden Alternativen sowie die als Vor- und Nachteile zu beachtenden Kriterien (Allen et al., 1997, S. 15). Zusätzlich ist es mit der DEA auch möglich, jede Teilinformation über die Präferenzen des Entscheidungsträgers miteinzubeziehen. Je vollständiger die Information über das Wertsystem eines Entscheiders ist, desto mehr nähert sich das Ergebnis der DEA dem Ergebnis zum Beispiel bei Verwendung der MAVT unter vollständiger Information aller Substitutionsraten an.

Sind keine Informationen zu den Substitutionsraten der Entscheidungsträger bekannt, verwendet die DEA ausschließlich das Effizienzkonzept. Das heißt, es wird für jede Alternative überprüft, ob es eine Wertfunktion und somit ein entsprechendes Wertsystem gibt, für das die Alternative am attraktivsten ist. Ist dies der Fall, hat diese Alternative einen Werteffizienz[27] von 1. Ist dies nicht der Fall, existiert eben kein Wertsystem, für das die Alternative die am meisten präferierte Alternative ist. Ohne bekannte Informationen ist die DEA ein weitestgehend objektiver Ansatz. Im Gegensatz dazu ist die Verwendung der DEA ohne Mehrwert, wenn alle Substitutionsraten vollständig bekannt sind, da sie dann mit der MAVT übereinstimmt. Für alle Fälle, die zwischen vollständiger Kenntnis und vollständiger Unkenntnis der Substitutionsraten liegen, empfiehlt sich das Berücksichtigen aller bekannten Informationen anhand der in Abschnitt 2.5.4 (siehe S. 85 ff.) beschriebenen Methoden.

In den Arbeiten von Hokkanen und Salminen (1997), Salminen, Hokkanen und Lahdelma (1998) und Sarkis (2000) finden sich Vergleiche der Ergebnisse der vorgestellten Methoden, wenn diese für das gleiche praktische Problem Anwendung finden.

[27] Dies gilt nur für das Standardmodell ohne Kreuzeffizienz.

Teil IV

Allgemeines Regionenranking für die Bundesrepublik Deutschland

In diesem Teil der Arbeit soll eine Vorgehensweise für das Erstellen eines Regionenrankings entwickelt und angewandt werden, die auch unter gegebenem und für die Aufgabe zu geringem Informationsstand zu Ergebnissen mit einem größtmöglichen Aussagegehalt führt.

Insbesondere der achtsame Umgang mit den fehlenden Informationen ist ein zentraler Punkt in der Erstellung eines Regionenrankings. Alternativ könnte nur wie in bisher veröffentlichten Regionenrankings vorgegangen werden, die ihre Aussagen über die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten einer Region anhand eines spezifischen Wertsystems treffen, das von den jeweiligen Autoren wenig begründet angenommen wurde.

Die Vorgehensweise zur Lösung dieser Aufgabe folgt den bereits in Abschnitt 3.1 (siehe S. 25) beschriebenen notwendigen Schritten zur Lösung eines Rankingproblems. Der erste Schritt ist die Annäherung an das Entscheidungsproblem des Unternehmens. Dieser besteht aus dem Festlegen der Menge aller möglichen Alternativen des Unternehmens, namentlich aller infrage kommender Standorte, und der Erhebung der Ziele, die ein Unternehmen bei seiner Standortsuche verfolgt. Da in der Literatur keine geschlossene Theorie über den exakten Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Standortfaktoren und dem Ansiedlungsverhalten einzelner Unternehmen existiert, werden an dieser Stelle unabhängige Puzzlestücke aus verschiedenen Quellen herangezogen, um ein möglichst vollständiges Bild ableiten zu können.[1] Demnach erfolgt die Auswahl der Kriterien anhand verschiedener zur Verfügung stehender Informationsquellen, wie empirischen Studien, Unternehmensbefragungen und theoretischen Überlegungen. Im Anschluss wird die begründete Auswahl einer geeigneten Aggregationsmethode aus dem Katalog gezeigt, der in Teil III (siehe S. 41 ff.) zusammengetragen wurde, um die einzelnen Kriterien zu einer vergleichbaren Beurteilung verdichten zu können. Darauf folgend werden die verwendeten Daten vorgestellt, bevor die Ergebnisse der Berechnungen schrittweise präsentiert und diskutiert werden. In einer Erweiterung erfolgt die Neuberechnung des Rankings unter der Berücksichtigung des Umstands, dass die administrativen und historisch bedingten Kreisgrenzen nicht für die Darstellung wirtschaftlicher Zusammenhänge im Raum geeignet sind. Anschließend findet eine Detailbetrachtung für die kreisfreie Stadt Augsburg statt, die exemplarisch darstellt, welche Aussagen auf Basis der in diesem Abschnitt durchgeführten Untersuchungen für eine explizite Region im regionalen Standortwettbewerb getroffen werden können. Abschließend folgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

[1] Markusen, Hall und Glasmeier (1986, S. 132) hatten diesen Gedanken bereits für Unternehmen im Hightechsektor formuliert.

1 Entscheidungsproblem des Unternehmens

Der Standort eines Unternehmens ist der Ort, an dem die Wertschöpfung stattfindet (Haas und Neumair, 2008, S. 12). Hier werden alle Inputfaktoren zum jeweiligen Output zusammengeführt. Ein Teil der Inputs, die ein Unternehmen zu seiner Leistungserstellung benötigt, wie etwa natürliche Ressourcen oder die am regionalen Arbeitsmarkt verfügbaren Arbeitskräfte, kann jedoch gleichzeitig standortspezifisch und nicht mobil sein. Somit ist die Standortwahl Teil der Produktionsentscheidung, da Regionen hinsichtlich ihrer Faktorausstattung heterogen sind. Unternehmen stehen bei der Standortwahl vor der Aufgabe, potenzielle Standorte hinsichtlich ihrer Ausstattung miteinander zu vergleichen. Die interregionalen Unterschiede gibt es nicht nur in der Ausstattung mit natürlichen Ressourcen, sondern auch bei Aspekten wie beispielsweise der für eine Region individuellen Steuerbelastung durch regional ausdifferenzierte Steuern, der vorhandenen Infrastruktur oder der Qualifikation der in der Region wohnhaften Arbeitskräfte. Diese immobilen Standortfaktoren können die erwarteten Profite eines Unternehmens auf der Kosten- oder auf der Erlösseite beeinflussen (Guimarães, Figueiredo und Woodward, 2000, S. 122).

Das finale Ziel, das ein gewinnmaximierendes Unternehmen bei der Wahl eines Standorts verfolgt, ist, dass dieser im Vergleich zu den anderen möglichen Standorten zum höchsten Gewinn für das Unternehmen führt. Das heißt, ein Unternehmen wird sich für den Standort entscheiden, an dem die Differenz aus Ertragspotenzial eines Standorts und den Aufwendungen, die das Unternehmen tragen muss, wenn es sich an diesem Standort ansiedeln möchte, maximal werden lässt (Bea und Schweitzer, 2009, S. 368).

Nach Fallgatter (2006, S. 75) unterteilt sich die Standortauswahlproblematik in die internationale, die regionale, die lokale und die innerbetriebliche Standortwahl. Das hier im Folgenden entwickelte Ranking richtet sich an Unternehmen, die sich bei der internationalen Standortwahl bereits für die Bundesrepublik Deutschland entschieden haben und sich im oder kurz vor dem Prozess der regionalen Standortwahl befinden. Dies hat zur Folge, dass Kriterien, wie zum Beispiel die Absicherung gegen Währungsrisiken oder die Vermeidung von Zollabgaben, für das betrachtete Entscheidungsproblem nicht relevant sind. Ebenso werden die lokale Standortwahl, in der sich ein Unternehmen für einen expliziten Ort innerhalb einer Region entscheiden muss, sowie die innerbetriebliche Standortwahl und die damit verbundene räumliche Organisation der Unternehmensbestandteile nicht adressiert.

Im Folgenden soll ein Set von Standortfaktoren identifiziert werden, das Unternehmen in ihrer regionalen Standortwahl treibt. Hierzu werden Anhaltspunkte aus verschiedenen Quellen zusammengetragen und miteinander verbunden, um anschließend als Kriterien für ein allgemeines Standortranking verwendet werden zu können.

1.1 Unternehmensrelevante Standortfaktoren

Die Identifizierung der gewinnbeeinflussenden Eigenschaften einer Region ist ein elementarer Bestandteil der Lösung des Standortauswahlproblems von Unternehmen. Diese gilt es, durch das Zusammenfügen von für sich alleinstehend, inhaltlich begrenzten Aussagen zu identifizieren. Das Ziel ist es ein möglichst vollständiges Bild über den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften einer Region und der Ansiedlungsneigung von Unternehmen zu zeichnen.

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es zwei Arten von Studien, die sich mit den Zusammenhängen zwischen den Eigenschaften eines Standorts und dem Erfolg oder dem Ansiedlungsverhalten von Unternehmen an diesem Standort beschäftigen. Zum einen sind das theoretische Überlegungen aus dem Bereich der Wirtschaftsgeographie bzw. dem Spezialgebiet der Standorttheorie, zum anderen empirische Studien, die das beobachtete Standortverhalten von Unternehmen in Verbindung mit den interregionalen Unterschieden in der Faktorausstattung dazu verwenden, Rückschlüsse auf die Relevanz einzelner Standortfaktoren zu ziehen. Eine dritte mögliche Quelle sind Unternehmensbefragungen verschiedenster Träger, die Unternehmensvertreter direkt hinsichtlich ihrer Einschätzung der Relevanz von Standortfaktoren befragen.

1.1.1 Aussagen der theoretischen Literatur

Theoretische Überlegungen zum Standortverhalten von Unternehmen finden sich maßgebend in den Aufsätzen von Krugman (1991a), Krugman (1991b) und Krugman (1998), welche die Grundlage der „New Economic Geography“ bilden. Krugman (1998, S. 8) geht davon aus, dass die Verteilung von Unternehmen im Raum durch zentripetale und zentrifugale Einflüsse beeinflusst wird. Diese bestimmen, ob sich Unternehmen in bzw. nahe eines bereits existierenden wirtschaftlichen Ballungsraums ansiedeln werden oder ob Unternehmen versuchen, die Regionen mit einer bereits hohen räumlichen Konzentration bei der wirtschaftlichen Aktivität zu meiden. Die „New Economic Geography“ zeigt, wie in einem homogenen Raum endogen durch Agglomerationseffekte und Transportkosten verursacht wirtschaftliche Konzentration entstehen kann (Fujita und Mori, 1996, S. 95). Als Agglomerationseffekte werden positive Externalitäten bezeichnet, die aus der räumlichen Konzentration wirtschaftlicher Aktivität entstehen (Shaver und Flyer, 2000, S. 1175). Ciccone und Hall (1996, S. 2) folgend, wird in dieser Arbeit unter der räumlichen Konzentration wirtschaftlicher Aktivität eine überdurchschnittliche Ansammlung von Arbeit und Kapital pro Fläche verstanden.

Die von Krugman beschriebenen zentrifugalen Kräfte sind die Eigenschaften eines Standorts, die ein Unternehmen veranlassen, sich nicht nahe eines Ballungsraums niederzulassen. Hierzu zählen immobile Produktionsfaktoren, wie natürliche Ressourcen und die begrenzte Verfügbarkeit von Arbeitskräften, Kosten für die Ansiedlung in einer Region, wie der Steuersatz oder Mieten, und allgemeine negative Skaleneffekte, die durch eine starke räumliche Konzentration bei der Produktion entstehen können (Krugman, 1998, S. 7 ff.). Diese begrenzen allgemein das Ausmaß der räumlichen Konzentration von Unternehmen im Raum (Hanson, 2005, S. 2).

Unter den zentripetalen Kräften finden sich alle Einflussfaktoren, die eine Region für ein Unternehmen attraktiv machen. Krugman (1991b, S. 484) sieht hierin hauptsächlich die drei bereits von Marshall (1920) identifizierten Gründe für eine wirtschaftliche Konzentration. Diese sind der Marktgrößen-Effekt, die Bildung eines spezialisierten Arbeitsmarkts und technologische Spillover.[2] Für diese Kanäle finden sich empirische Belege zum Beispiel in den Arbeiten von Holmes (1999) und Jaffe, Trajtenberg und Henderson (1993).[3] Hinsichtlich der Reichweite von Agglomerationsvorteilen können, wie Rosenthal und Strange (2004, S. 2124 f.) ausführen, drei Dimensionen unterschieden werden: die Reichweite über verschiedene Wirtschaftszweige bzw. Industrien, die räumliche Reichweite und die zeitliche Reichweite. Industriespezifische Agglomerationsvorteile, die nicht über verschiedene Wirtschaftszweige reichen, werden als Lokalisationsvorteile bezeichnet. Branchenübergreifende Agglomerationsvorteile, die bereits durch ein städtisches Umfeld entstehen können, werden hingegen Urbanisationsvorteile genannt (Fujita und Thisse,

[2] Eine theoretische Zusammenfassung der Wirkungsmechanismen der Urbanisationseffekte anhand einer alternativen Strukturierung findet sich in Duranton und Puga (2004).
[3] Eine Übersicht weiterer Arbeiten findet sich in Rosenthal und Strange (2004, S. 2144).

2002, S. 267).

Die Richtung und die Gesamtgröße der durch die Standortfaktoren verursachten zentripetalen und zentrifugalen Kräfte hängen von deren jeweiligen Ausprägungen der Standortfaktoren und von den Eigenschaften des betrachteten Wirtschaftszweigs ab (Venables, 1996, S. 342). Insbesondere die vertikalen Verknüpfungen und die Transportkosten spielen hier eine Rolle.

1.1.1.1 Auswirkungen des Marktgrößen-Effekts

Das Wachstum eines regionalen Markts hat für Unternehmen Vorteile, da sowohl Auswirkungen auf die vertikal vorgelagerten Unternehmen (Rückwärtsverflechtungen) als auch auf die vertikal nachgelagerten Unternehmen (Vorwärtsverflechtungen) entstehen können (Krugman, 1998, S. 8).

Bei Vorwärtsverflechtungen kommt es durch einen im Vergleich großen regionalen Markt dazu, dass das Anbieten von Vorprodukten oder spezifischen Dienstleistungen rentabel wird. Dies kann die Kosten für die vertikal nachgelagerte Produktionsstufe reduzieren. Ein Unternehmen kann in einer Region mit vielen vertikal vorgelagerten Firmen dank der geringeren Transaktionskosten günstiger produzieren, als es in anderen Regionen mit einer geringeren räumlichen Konzentration der Fall wäre (Venables, 1996, S. 342). Dass Ansiedlungen im industriellen Sektor Ansiedlungen im Dienstleistungssektor nach sich ziehen, zeigen Nefussi und Schwellnus (2010).

Durch Rückwärtsverflechtungen profitiert das vertikal vorgelagerte Unternehmen von der relativen Größe des eigenen Absatzmarktes. Dieser besteht entweder aus dem Endverbraucher oder, wie Venables (1996, S. 342) anmerkt, aus den vertikal nachgelagerten Unternehmen, die auf die Produkte des Unternehmens als Vorleistungen zur eigenen Produktion angewiesen sind. Je größer der nachgelagerte regionale Absatzmarkt, desto attraktiver ist die Region demnach für ein Unternehmen.

Das Ausmaß der ökonomischen Aktivität in einer Region und die damit einhergehenden Folgen des Marktgrößen-Effekts sind maßgeblich durch den Zugang bestimmt, den ein Standort zu umliegenden regionalen Märkten bietet (Hanson, 2005, S. 1 f.). Dies wird als Marktpotenzial einer Region bezeichnet. Der einfachste Weg, das Marktpotenzial einer Region zu approximieren, ist die von Harris (1954, S. 322) beschriebene Methode.[4]

[4] Eine maßgeblich weiterentwickelte, an dieser Stelle aber nicht hilfreichere und komplexere, Form der Marktpotenzial-Funktion findet sich in Fujita, Krugman und Venables (1999, S. 140 ff.).

Nach dieser berechnet sich das Marktpotenzial einer Region als die invers nach Entfernung gewichtete Summe der einzelnen Kaufkraftpotenziale der aus einer Region heraus erreichbaren Märkte:

$$MP_o = \sum \frac{M_j}{d_{oj}}$$

mit MP_o als Marktpotenzial der Region o, M_j als Kaufkraftpotenzial der Region j und d_{oj} als Gewichtung der Region nach der Entfernung zwischen Region o und Region j. In einer realistischeren Modifikation findet ein Maß für die Transportkosten zwischen den jeweiligen Regionen anstatt der Entfernung Anwendung.

Das Ausmaß des Marktgrößen-Effekts muss somit vom Niveau der Transportkosten und dem Marktpotenzial der erreichbaren Regionen abhängen. Das gesamte Marktpotenzial einer Region setzt sich aus dem Nachfragepotenzial der Haushalte und der Unternehmen zusammen.

1.1.1.2 Vorteile eines spezialisierten Arbeitsmarkts

Ist eine Region in einem Wirtschaftszweig relativ stark vertreten, hat diese Spezialisierung einen Einfluss auf den Arbeitsmarkt in dieser Region. Ortsansässige Arbeitskräfte haben einen Anreiz und gleichzeitig die Möglichkeit, das für diesen Wirtschaftszweig spezifische Wissen anzusammeln und sich ebenfalls zu spezialisieren. Bereits in einem Bereich qualifizierte Arbeitskräfte wiederum haben einen Anreiz sich in der Region niederzulassen, da die Wahrscheinlichkeit der (Wieder-)Anstellung für sie hier am höchsten scheint. Diese Spezialisierung des Arbeitsmarktes führt für Unternehmen, die in diesem Wirtschaftszweig tätig sind, zu einem leichteren und flexibleren Zugang zu benötigten qualifizierten Arbeitskräften.

Helsley und Strange (1990, S. 196) zeigen in ihrem Modell mit heterogenen Unternehmen und Arbeitnehmern unter unvollständiger Information, dass die Qualität der Übereinstimmungen zwischen Arbeitsstelle und Arbeitskraft mit der Konzentration wirtschaftlicher Aktivität zunimmt.

1.1.1.3 Auswirkungen von Wissens-Spillover

Wissens-Spillover ermöglichen es einem Unternehmen, Wissen aus seinem Umfeld zu geringeren Kosten zu empfangen, als es im Gegenzug aufwenden müsste, um dieses Wissen durch eigene F&E-Tätigkeit oder den Einkauf über den Markt zu bekommen (Harhoff, 2000, S. 241). Sie sorgen dafür, dass geclusterte Unternehmen eine für sie vorteilhaftere Produktionsfunktion haben als Unternehmen, die sich nicht in räumlicher Nähe zueinander befinden (Armington und Acs, 2002, S. 38).

Allgemein wird bei der Ressource Wissen in zwei für diesen Kontext relevante Formen unterschieden: das implizite Wissen, das nur schwer über nicht persönliche Kontakte vermittelt werden kann, und das explizite Wissen, das als kodierbar gilt und zum Beispiel in schriftlicher Form über weite Distanzen übermittelt werden kann. Je größer der Anteil des impliziten Wissens in einem Wirtschaftszweig im Vergleich zum expliziten Wissen ist, desto größer ist der Anreiz für Unternehmen, auch trotz herrschender Konkurrenz sich in naher Distanz zueinander anzusiedeln, da die Kosten der Wissensübermittlung mit der Distanz zunehmen (Audretsch, 1998, S. 23) und Wissens-Spillover an sich örtlich begrenzt sind (Baranes und Tropeano, 2003; Fischer und Varga, 2003). Dieser Zusammenhang gilt sowohl für das in Unternehmen als auch das in öffentlichen Forschungseinrichtungen und Universitäten generierte Wissen (Audretsch, Lehmann und Warning, 2005, S. 1115). Dabei gibt es mit der Neueinstellung von Mitarbeitern, informalen Netzwerken und der Kooperation mit anderen Einrichtungen drei verschiedene Hauptkanäle, wie Wissen von außen in ein Unternehmen getragen werden kann (Zellner und Fornahl, 2002, S. 191 ff.).

1.1.2 Erkenntnisse aus empirischen Studien

Die Relevanz der anhand der theoretischen Arbeiten identifizierten Standortfaktoren kann mittels empirischer Studien überprüft werden. Die zu diesem Zweck in vorliegender Arbeit verwendeten Studien lassen sich betreffend ihres methodischen Ansatzes in zwei Gruppen kategorisieren. Die erste Gruppe, die hauptsächlich zum Nachweis positiver Agglomerationseffekte genutzt wird, schätzt für jede Region eine Produktionsfunktion. Diese verbindet den in einer Region in einem Zeitraum erbrachten Output aller Unternehmen mit den im gleichen Zeitraum verbrauchten Inputs sowie den Ausprägungen der einzelnen Standortfaktoren. Produktionsdivergenzen zwischen Regionen, die nicht durch einen unterschiedlichen Verbrauch der Inputs zu erklären sind, werden auf den Einfluss der regional ausdifferenzierten Standortfaktoren zurückgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden für die Frage der Standortentscheidung von Unternehmen allerdings erst in Verbindung mit der Annahme relevant, dass Unternehmen sich in solchen Regionen ansiedeln, in denen die Ausprägungen der Standortfaktoren sie in ihrem Gewinnmaximierungsmotiv möglichst gut unterstützen.

Die zweite Gruppe der Studien versucht die Verteilung der Unternehmen auf die Regionen anhand der Ausstattung der Regionen zu erklären (Hill und Munday, 1991, S. 1764).

Dem Standortfaktor mit der höchsten Erklärungskraft wird dementsprechend der größte Einfluss zugewiesen.

Allerdings unterliegen die empirischen Arbeiten auch Einschränkungen. So existieren für viele als potenziell relevant angesehene Standortfaktoren keine direkt messbaren Größen, die für die Untersuchung verwendet werden könnten. Daher greifen die meisten Studien in solchen Fällen auf leichter zu messende Proxy-Variablen zurück. Von diesen wird angenommen, dass sie mit dem eigentlichen Standortfaktor möglichst stark korrelieren. Eine weitere Einschränkung ist, dass die Aussagen der Studien oftmals für die vorliegende Arbeit zu undifferenziert sind. So fällt es vielen empirischen Studien beispielsweise schwer, auftretende Agglomerationseffekte den Lokalisations- oder Urbanisationsvorteilen zuzuordnen (Duranton und Puga, 2004, S. 2110).

Die meisten in dieser Arbeit genutzten Studien verwenden als zu erklärende Variable Direktinvestitionen ausländischer Investoren in eine Region. Ein Grund hierfür ist die bessere Datenverfügbarkeit bei ausländischen Investitionen, da diese beispielsweise in den USA auf State- und County-Ebene gesammelt werden.[5] Zum anderen sind ausländische Direktinvestitionen weniger durch bereits bestehende Investitionen des Investors in einer Region beeinflusst und bilden zuverlässiger eine ungebundene Standortentscheidung ab (Head und Mayer, 2004, S. 2628). Außerdem sind durch die Verwendung ausländischer Investitionen insofern keine Verzerrungen zu erwarten, da Standortfaktoren, die ausländische Investoren beeinflussen, auch für einheimische Investoren von Bedeutung sein werden (Coughlin und Segev, 2000, S. 326).

Eine bei der Auswahl der Studien getroffene Einschränkung ist, dass nur Studien einbezogen werden, deren Untersuchungsrahmen mit der Verwendung der deutschen Landkreisebene vergleichbar ist. Außer Acht gelassen werden demnach Studien, die sich auf größere Raumordnungseinheiten wie Bundesstaaten oder Nationen an sich beziehen.

1.1.3 Resultate aus Umfragen

Eine Methode zur Identifizierung relevanter Standortfaktoren und der Einschätzung ihrer Bedeutung sind Umfragen unter Unternehmensvertretern. Diese werden zumeist von Interessenverbänden oder privaten Beratungsunternehmen durchgeführt und sind in vielen Fällen öffentlich verfügbar.

[5] Siehe zum Beispiel Agostini (2007, S. 336, 342).

Allerdings sind Unternehmensbefragungen mit mehreren Problemen behaftet. So ist nicht sichergestellt, dass die den Fragebogen ausfüllenden Personen das nötige Wissen zur Einschätzung der Bedeutung aller für ihr Unternehmen relevanter Standortfaktoren haben. Auch könnten strategische Überlegungen der Unternehmensvertreter in die Beantwortung des Fragebogens einfließen, da Unternehmensumfragen im Regelfall eine hohe Außenwirkung genießen. Dies kann dazu führen, dass die Befragten nicht nach ihrer tatsächlichen Einschätzung antworten, sondern diejenigen Standortfaktoren hervorheben, bei denen sie aktuell Verbesserungspotenzial in ihrer Region sehen und hoffen, dass dieses von der Politik in Angriff genommen wird.

Darüber hinaus sind die Antwortmöglichkeiten in den meisten Umfragen sehr begrenzt. Größtenteils wird eine Auswahl an Standortfaktoren vorgegeben, zu denen Unternehmen ihre Einschätzung hinsichtlich ihrer Bedeutung abgeben. Diese Art der Befragung macht es den Unternehmen aber unmöglich, zwischen zwei Arten von Relevanz zu unterscheiden. So ist es denkbar, dass das alleinige Vorhandensein eines gewissen Mindestniveaus eines Standortfaktors kritisch für die Leistungserstellung eines Unternehmens ist, während eine Verbesserung dieses Niveaus keine nennenswerte Auswirkung auf das Unternehmen hat. Denkbar ist dies prinzipiell bei allen Standortfaktoren, besonders relevant erscheint es jedoch beispielsweise bei der Breitbandversorgung. Die Verfügbarkeit eines Breitbandanschlusses ist für viele Unternehmen eine kritische Voraussetzung für einen potenziellen Standort. Über eine gewisse Verbindungsgeschwindigkeit hinausgehend, sind Verbesserungen aber irrelevant für die Leistungserstellung.

1.2 Faktoren für ein allgemeines Standortranking

In diesem Teil der Arbeit sollen Aussagen zur Relevanz einzelner Standortfaktoren zusammengetragen und diskutiert werden. Hierfür werden zu jedem Standortfaktor zuerst die diesen betreffenden Ansichten aus der Theorie zusammengefasst, um eine Aussage über dessen Wirkungsrichtung und Bedeutung zu erlangen. Im Anschluss wird überprüft, inwieweit sie in der empirischen Literatur und den Auswertungen von Unternehmensbefragungen Bestätigung finden.

Da die Zielsetzung zunächst das Erstellen eines allgemeinen Standortrankings ist, das die gesamtwirtschaftliche Zukunftsperspektive annähern soll, wird die Auswahl auf solche Indikatoren begrenzt, die für ein breites Spektrum unternehmerischer Aktivitäten förderlich und in ihrer Wirkungsrichtung eindeutig sind. Dem folgend werden von den Agglomerationsvorteilen nur Urbanisationsvorteile berücksichtigt. Die Lokalisationsvorteile hingegen werden wegen ihrer Industriespezifität zunächst ausgegrenzt und erst in einer in Teil V (ab S. 178) folgenden Spezialisierung miteinbezogen.

Die Strukturierung der Standortfaktoren erfolgt zwar themenorientiert, die genaue Zuteilung eines Indikators zu einem der beschriebenen Agglomerationsvor- oder Agglomerationsnachteile, wie dem Marktgrößen-Effekt, der Arbeitsmarktspezialisierung oder Wissens-Spillovern, ist hingegen nicht immer möglich. Einzelne Standortfaktoren bzw. die zu ihrer Approximation verwendeten Größen können durchaus in mehr als einem Bereich eine Auswirkung haben. Zusätzlich wird ein und derselbe Indikator in verschiedenen Studien zur Approximation unterschiedlicher Einflussfaktoren verwendet. Dies führt zwangsläufig zu inhaltlichen Überschneidungen bei den Themengebieten.

1.2.1 Steuerbelastung

Die von einem Unternehmen zu zahlenden Steuern können als an den Staat zu entrichtender Preis für die Ansiedlung eines Unternehmens in der jeweiligen Region und der damit einhergehenden Nutzung von vor Ort vorhandenen Produktionsressourcen mit öffentlichem Gut-Charakter, wie Infrastruktur und Agglomerationsvorteile interpretiert werden. Wie Charlot und Paty (2010, S. 1100) anmerken, werden Unternehmen deswegen dazu bereit sein, einen umso höheren Steuersatz zu zahlen, je attraktiver die Standortfaktoren vor Ort ausfallen. Somit können Regionen mit einer besseren Ausstattung im Vergleich höhere Steuersätze festlegen, ohne automatisch Unternehmen abzuschrecken (Baldwin und Krugman, 2004; Borck und Pflüger, 2006). Als Konsequenz zeigen Charlot und Paty (2007, S. 261), dass der regionale Steuersatz umso höher ist, je ausgeprägter der Marktgrößen-Effekt der Region ist. Brülhart, Jametti und Schmidheiny (2012) zeigen zusätzlich, dass der zentrifugale Einfluss der Steuerbelastung auf die Unternehmensgründungen in Schweizer Gemeinden sich umso stärker reduziert, desto höher die räumliche Konzentration der wirtschaftlichen Aktivität an diesem Ort ist. Dementsprechend muss bei der Auswahl der zu berücksichtigenden Studien darauf geachtet werden, dass diese den Einfluss der Ausstattung einer Region kontrollieren, da der Zusammenhang zwischen der Attraktivität einer Region und deren regionaler Steuerbelastung von diesen ansonsten verzerrt wiedergegeben werden würde. Dies würde vermutlich zu einem Unterschätzen der Relevanz der regionalen Steuerrate führen.

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien, die den Einfluss der regionalen Steuerbelastung für ein Unternehmen hinsichtlich dessen Ansiedlungsentscheidung untersuchen. Agostini (2007) untersucht den Einfluss der Höhe der Corporate State Tax auf die Summe ausländischer Direktinvestitionen in den einzelnen Bundesstaaten der USA und kann einen reduzierenden Effekt des Steuersatzes auf die Höhe der Direktinvestitionen nachweisen. Coughlin und Segev (2000, S. 343) zeigen einen negativen Zusammenhang zwischen den regionalen Steuereinnahmen als Anteil des jeweiligen regionalen Bruttoinlandsprodukts und der Häufigkeit ausländischer Direktinvestitionen auf Landkreisebene in den USA auf. Wie Devereux und Griffith (1998, S. 362 f.) darlegen, lassen sich auch amerikanische Unternehmen bei ihrer Standortwahl in der Europäischen Union durch den durchschnittlichen effektiven regionalen Steuersatz beeinflussen. Rathelot und Sillard (2008, S. 501, 512) ermitteln zusätzlich für Frankreich, dass der regionale Steuersatz einen signifikant negativen Einfluss auf die Anzahl der französischen Unternehmen in einer Region hat und dass dieser Effekt unabhängig von der Größe der Unternehmen ist. Duranton, Gobillon und Overman (2011, S. 1039) hingegen können für den Industriesektor in Großbritannien keinen Zusammenhang zwischen dem Steuersatz und der Anzahl neuer Unternehmensansiedlungen in einer Region finden, zeigen aber einen negativen Einfluss auf die Beschäftigung innerhalb einer Region auf. Brülhart, Jametti und Schmidheiny (2012, S. 1090) finden in schweizer Gemeinden einen negativen Einfluss der Steuerbelastung auf die Anzahl der Firmengründungen in einem bestimmten Zeitraum. Für Deutschland können Berlemann und Tilgner (2007, S. 20) einen negativen Zusammenhang zwischen dem Gewerbesteuerhebesatz und der Ansiedlungshäufigkeit von Unternehmen in einer Region nachweisen. Becker, Egger und Merlo (2012, S. 710) untersuchen auf Gemeindeebene den Einfluss der Gewerbesteuerhebesätze auf die Ansiedlung von Unternehmen mit internationaler Beteiligung und finden einen signifikant negativen Einfluss.

Auch in verschiedenen Unternehmensbefragungen wurde die Höhe der regionalen Steuerbelastung von Unternehmensvertretern als wichtiger oder sehr wichtiger Standortfaktor eingestuft (IHK Stuttgart, 2013; IHK Bodensee-Oberschwaben, 2012; IHK Ulm, 2012; IHK Lippe zu Detmold, 2009; IHK Koblenz, 2007).

Wie gezeigt wurde, kommt ein Großteil der empirischen Studien grundsätzlich zu dem Ergebnis, dass umso höher der als Steuer zu entrichtende Anteil ist, desto weniger neigen Unternehmen zu einer Investition in der dazugehörigen Region. Dies und die Auswertung der genannten Umfragen sprechen für die Aufnahme des regionalen Steuersatzes in die für das Ranking zu berücksichtigenden Standortfaktoren.

Die Ausgestaltung des deutschen Steuersystems ist derart, dass der Großteil der von einem Unternehmen zu entrichtenden Steuern bundesweit einheitlich ausfällt und es wenige regionale Unterschiede gibt. Eine regionale Ausdifferenzierung der effektiven Steuersätze für Unternehmen entsteht erst durch Gemeindesteuern, wie Grund- und Gewerbesteuer. Die Gemeinden können deren Hebesätze nach Art. 106. Abs. 6 GG in Verbindung mit §16 I GewStG für die Gewerbesteuer bzw. §25 I GrStG für die Grundsteuer individuell festlegen. Das Gewerbesteueraufkommen betrug im Jahr 2012 in etwa 42,3 Mrd. Euro, was rund 38 Prozent der gesamten Steuerbelastung der Unternehmen für dieses Jahr darstellt (Institut der deutschen Wirtschaft, 2013, S. 9). Die Unternehmen ebenfalls betreffende Grundsteuer führte dagegen in den Jahren 2005 bis 2011 nur zu einem Aufkommen von 10 bis 11 Mrd. Euro (Destatis, 2012, S. 11). Hier werden allerdings auch nicht gewerbliche Flächen besteuert. Von der Steuerlast tragen Unternehmen dementsprechend nur einen Teil. Infolgedessen scheint der Gewerbesteuerhebesatz ein geeigneter Indikator für die regionale Steuerbelastung von Unternehmen zu sein.

1.2.2 Arbeitskräfteverfügbarkeit

Die Mehrzahl aller Unternehmen benötigt für die Verfolgung ihres Geschäftszwecks Arbeit als Input. Das Arbeitskräftepotenzial in einer Region ist umso höher, je größer der Pool verfügbarer Arbeitskräfte in einer Region ist. Die Größe des Arbeitskräftepools lässt sich anhand der regionalen Arbeitslosenrate approximieren (Coughlin und Segev, 2000, S. 335). Ein zusätzliches Argument, weshalb Arbeitslosigkeit in einer Region einen positiven Effekt auf die Ansiedlungswahrscheinlichkeit von Unternehmen haben kann, findet sich in der Theorie des Effizienzlohns. Nach Shapiro und Stiglitz (1984) führt eine hohe Arbeitslosenrate in einer Region zu erhöhtem Arbeitseinsatz, da die erwarteten Kosten eines Jobverlustes hier für den Arbeitnehmer größer sind. Zusätzlich steigt die Verhandlungsmacht der Unternehmen in den Lohnverhandlungen, wenn sich dem Arbeitnehmer nur wenige Möglichkeiten der Anstellung in anderen Unternehmen bieten. Ein weiteres Argument, wie eine hohe Arbeitslosigkeit zu einer vermehrten Ansiedlung von Unternehmen führen kann, zeigt die „Recession-Push-Theory“, wie sie zum Beispiel von Reynolds (1994, S. 335) ausgeführt wird. Nach dieser gründen Individuen in einer Region mit hoher Arbeitslosigkeit häufiger ein eigenes Unternehmen, wenn sie die eigene Karriere mangels Anstellungsmöglichkeiten sonst nicht vorantreiben können. Ein zusätzliches Argument dürfte auch der allgemein beklagte Mangel an Fachkräften darstellen, der durch die Verbindung mit dem demografischen Wandel Engpässe im Faktor Arbeit weiter verschärfen dürfte.

Während der Einfluss der Arbeitslosigkeit aus theoretischer Sicht eindeutig ist, kommen empirische Studien zu gemischten Ergebnissen. Wie Tabelle 1.1 entnommen werden kann, lassen sich in den empirischen Arbeiten sowohl Belege für einen abschreckenden als auch für einen anziehenden Effekt der Arbeitslosigkeit finden.

Die Verschiedenheit der Ergebnisse legt den Verdacht nahe, dass der Indikator Arbeitslosenrate bzw. Anzahl der Arbeitslosen in einer Region neben dem für Unternehmen

Studie	**Einfluss**	**Kontrollvariablen**
Woodward (1992)	negativ	persönliches Einkommen
Bade und Nerlinger (2000)	negativ	
Goetz und Rupasingha (2002)	negativ	
Basile (2004)	negativ	
Devereux, Griffith und Simpson (2007)	negativ	
Coughlin, Terza und Arromdee (1991)	positiv	persönliches Einkommen
Armington und Acs (2002)	positiv	Einkommensentwicklung
Siedschlag, Zhang und Smith (2013)	positiv	

Tabelle 1.1: Einfluss der Arbeitslosigkeit in empirischen Studien

positiven Effekt der hohen Arbeitskräfteverfügbarkeit in manchen Studien auch einen negativen Effekt auffängt. Naheliegend erscheint hier die wirtschaftliche Lage der Einwohner. Umso höher die Arbeitslosigkeit in einer Region, desto schlechter ist im Regelfall das durchschnittliche wirtschaftliche Einkommen der Einwohner. Kontrolliert eine Studien nicht auf die wirtschaftliche Lage der Einwohner hin, wird unter Umständen der Unternehmen abschreckende Effekt durch den Indikator Arbeitslosenrate aufgefangen. Tatsächlich scheint der Vergleich der in den einzelnen Studien verwendeten Kontrollvariablen diese Schlussfolgerung zu bestätigen. Bis auf Woodward (1992) kontrollieren alle Studien, die einen negativen Einfluss der Arbeitslosigkeit auf die Ansiedlung von Unternehmen in einer Region finden, nicht auf das wirtschaftliche Wohlergehen der Einwohner. Hingegen nehmen mit Ausnahme von Siedschlag, Zhang und Smith (2013) alle Arbeiten, die einen positiven Einfluss nachweisen können, mindestens einen Indikator für die wirtschaftliche Lage der Einwohner mit in die Regression auf.

Zusätzlich wird der Verfügbarkeit von Arbeitskräften in Unternehmensbefragungen eine vergleichsweise hohe Bedeutung zugestanden (IHK Stuttgart, 2013; IHK Koblenz, 2007; Prognos AG, 2006).

Begründet durch die gefundenen Aussagen, wird im Folgenden von einem positiven Zusammenhang zwischen der Arbeitskräfteverfügbarkeit in einer Region, die anhand der regionalen Arbeitslosenrate approximiert werden wird, und von der Attraktivität einer Region für Unternehmen ausgegangen.

1.2.3 Transportkosten und Verkehrsinfrastruktur

Das Ausbreitungsgebiet eines Unternehmens wird durch die Transportkosten des produzierten Gutes determiniert. Die genaue Approximation der regionalen Ausdehnung eines Marktes, den ein Unternehmen von einem Standort aus bedienen kann, ist schwierig und hängt grundsätzlich maßgeblich von den Eigenschaften des produzierten Gutes ab. Es gilt aber allgemein der Zusammenhang, dass umso geringer die Transportkosten, desto kostengünstiger lassen sich auch Regionen von einem Unternehmen versorgen, in denen es nicht selbst produziert. Eine Reduzierung des Transportkostenniveaus führt entsprechend zu einer Expansion des Ausbreitungsgebiets. Unternehmen werden folglich einen Standort wählen, an dem, vorausgesetzt, alle anderen Standortfaktoren sind gleichbleibend, die Transportkosten möglichst gering und das Ausbreitungsgebiet entsprechend groß sind. Die Transportkosten in einer Region können durch Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur wie Schienentrassen, Straßen oder Wasserwege reduziert werden.

Für die Regionen selbst kann eine Reduzierung der Transportkosten in der Theorie ein zweischneidiges Schwert sein. Einerseits zeigen Fujita und Mori (1996), dass die Errichtung von Transportknotenpunkten[6] in einer Region als bedeutender Wachstumsbeschleuniger wirken kann. Die Ansiedlung an einem Transportknotenpunkt ermöglicht einem Unternehmen die kostengünstigste Versorgung selbst entfernter Märkte, da es an einem Transportknoten zu einem Scheitelpunkt in der Marktpotenzialfunktion eines Standorts kommt (Krugman, 1998, S. 14). Aber auch der umgekehrte Zusammenhang ist denkbar. Nutzt ein Unternehmen Vorprodukte in seiner Produktion, die an einem anderen Standort produziert werden, so profitiert es auch hier von einer guten Verkehrsinfrastruktur und der Vorteil einer Umsiedlung wäre vergleichsweise gering.

Andererseits können Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur ebenso negative Auswirkungen für eine Region haben. So zeigen Krugman (1991b, S. 497) und Fujita und Mori (1996, S. 97) anhand ihrer Modelle, dass eine Region sämtliche Industrie verlieren kann, wenn die Transportkosten hinreichend gering sind und eine Region keine komparativen Vorteile in einem Industriezweig aufweist. Bei einer fortlaufenden Reduktion der Transportkosten werden die in einer nicht spezialisierten Region ansässigen Unternehmen versuchen, ihre Produktion in eine bereits stärker spezialisierte Region zu verlagern, um die dort höheren Agglomerationsvorteile in der Produktion ihres Gutes auszunutzen. Die verlassene und weniger spezialisierte Region kann dank der geringen Transportkosten trotzdem weiterhin von dem Unternehmen versorgt werden, ohne dass das Unternehmen noch in der Region selbst produzieren muss. Hohe Transportkosten können in der Theorie

[6] Fujita und Mori (1996) verwenden das Beispiel eines Hafens.

dementsprechend eine Spezialisierung und eine daraus folgende wirtschaftliche Divergenz der Regionen verhindern (Krugman, 1991b, S. 496).

Ein eindeutigeres Bild ergeben die Ergebnisse empirischer Studien. Für die Existenz eines Highway-Anschlusses finden Coughlin und Segev (2000, S. 343) einen positiven Einfluss auf die Anzahl ausländischer Investitionen in eine Region. Goetz und Rupasingha (2002, S. 1234) weisen nach, dass Regionen mit einem Anschluss an einen Highway attraktiver für Hightech-Firmen sind. Beide Studien verwenden einen Datensatz für die USA. Ebenfalls für die USA zeigen Coughlin, Terza und Arromdee (1991, S. 680), dass die Investitionshäufigkeit in den Sektoren des verarbeitenden Gewerbes umso höher ist, je besser die Verkehrsinfrastruktur ausgebaut ist. So finden sie einen positiven Einfluss der Highway- und Schienenmeilen sowie der Anzahl der Flughäfen pro Quadratmeile. Agostini (2007, S. 350) findet einen positiven Zusammenhang zwischen den Straßenmeilen pro Quadratmeile und der Höhe ausländischer Investitionen in eine Region in den USA. Guimarães, Figueiredo und Woodward (2000, S. 128, 133) untersuchen die räumliche Verteilung neu errichteter Betriebe auf Landkreisebene in Portugal und können einen negativen Effekt der Reisezeit zu den Agglomerationszentren Lissabon und Porto auf die Anzahl neuer Betriebe in einer Region nachweisen. Für Deutschland belegen Berlemann und Tilgner (2007, S. 18), dass Unternehmen sich umso wahrscheinlicher in einer Region niederlassen, je besser die Erreichbarkeit von Oberzentren[7] mit dem PKW ist. Keinen Einfluss auf die Ansiedlung von Unternehmen können sie für die Erreichbarkeit einer Autobahn oder der Erreichbarkeit von Agglomerationszentren mit öffentlichen Verkehrsmitteln nachweisen.

Auch in diversen Unternehmensbefragungen schätzen Unternehmen den Standortfaktor der Verkehrsinfrastruktur in seinen verschiedenen Ausprägungen als überdurchschnittlich relevant für den Erfolg ihres Unternehmens ein (IHK Stuttgart, 2013; IHK Ulm, 2012; IHK Bodensee-Oberschwaben, 2012; IHK Lippe zu Detmold, 2009; IHK Koblenz, 2007; Prognos AG, 2006).

Neben den möglichen indirekten Effekten für die Regionen, deuten alle Ergebnisse auf einen für Unternehmen attraktivitätssteigernden Einfluss einer guten Transportinfrastruktur hin. Dem folgend werden Indikatoren für die Qualität der Transportinfrastruktur und somit auch das Niveau der Transportkosten in das Set der relevanten Standortfaktoren mit aufgenommen.

[7] Ein Oberzentrum ist in der Wirtschaftsgeographie ein zentraler Ort höchster Stufe. Für Deutschland werden sie in den Landesraumordnungsprogrammen der Bundesländer festgelegt. Die Auswahl erfolgt unter anderem anhand der Anzahl der Einwohner und Beschäftigten und ist bundesweit nicht einheitlich geregelt.

1.2.4 Nachfragepotenzial der Haushalte

Das private Nachfragepotenzial in einer Region wird von der Anzahl der Einwohner und deren Kaufkraft bestimmt. Steigt mindestens einer dieser Werte, so steigt auch das private Nachfragepotenzial, dem sich ein Unternehmen in dieser Region gegenüber sieht.

Für die Landkreisebene der USA können Coughlin und Segev (2000, S. 343) einen positiven Einfluss der Einwohnerzahl und der Summe der Einkommen auf die Ansiedlungshäufigkeit ausländischer Direktinvestitionen belegen. Zusätzlich können sie zeigen, dass ausländische Direktinvestitionen vermehrt in Metropolregionen getätigt werden und der ländliche Raum eher gemieden wird. Kirchhoff und Newbert (2007) approximieren die Marktgröße anhand der Einwohnerzahl und identifizieren sie als treibende Kraft bei der Entstehung neuer Betriebsstätten, als Neugründung oder Betriebsexpansion von Unternehmen, in einer „Labor Market Region“[8] der USA. Ebenfalls einen positiven Einfluss finden sie für die Kaufkraft in der Region, die sie durch das Pro-Kopf-Einkommen approximieren. Hanson (2005) zeigt für die Countyebene der USA, dass die Erhöhung der nach Entfernung gewichteten Summe der Einkommen in einer Region zu einem Anstieg der Löhne in dieser Region führt. Dabei geht er davon aus, dass das Lohnniveau in Regionen, in denen sich die wirtschaftliche Aktivität stärker konzentriert, allgemein höher ist. Ferner kann für das Ansiedlungsverhalten von Hightech-Unternehmen in den USA ein positiver Einfluss der Summe der regionalen Einkommen auf die Anzahl der angesiedelten Unternehmen beobachtet werden (Goetz und Rupasingha, 2002, S. 1234). Devereux, Griffith und Simpson (2007, S. 430 f.) sehen anhand eines Datensatzes für Großbritannien, dass Unternehmen dazu tendieren, sich möglichst nahe an großen Märkten zu positionieren. So finden sie einen positiven Einfluss der Anzahl der Erwerbspersonen in einer Regionen auf die Ansiedlungswahrscheinlichkeit von Unternehmen. Für Deutschland finden Berlemann und Tilgner (2007, S. 18 ff.), dass das anhand der Bevölkerungsdichte approximierte, regionale private Nachfragepotenzial einen signifikant positiven Einfluss auf die Ansiedlungshäufigkeit von Unternehmen in deutschen Landkreisen und kreisfreien Städten hat.

Auch in verschiedenen Unternehmensbefragungen wird der Nähe zu Absatzmärkten und Kunden ein hoher Stellenwert eingeräumt (IHK Stuttgart, 2013; IHK Lippe zu Detmold, 2009; IHK Koblenz, 2007; Prognos AG, 2006).

Das Fazit aus diesen Beobachtungen ist, dass Unternehmen die räumliche Nähe zu ihren Konsumenten suchen und dementsprechend die Aufnahme eines Indikators für das Nach-

[8] Funktionale Arbeitsmarktregionen, die vom Bureau of Labor Statistics jährlich festgelegt werden.

fragepotenzial der privaten Haushalte in das Entscheidungskalkül eines Unternehmens gerechtfertigt scheint.

1.2.5 Nachfragepotenzial der Wirtschaft

Da sich Unternehmen nicht nur der Nachfrage privater Haushalte gegenüber sehen, sondern, wie in Abschnitt 1.1.1.1 (siehe S. 105) beschrieben, auch die Nachfrage durch nachgelagerte Unternehmen relevant ist, muss das Marktpotenzial durch andere Unternehmen ebenfalls berücksichtigt werden.

Für ausländische Investoren in Frankreich zeigen Crozet, Mayer und Mucchielli (2004, S. 39), dass diese umso wahrscheinlicher in eine Region investieren, je größer das Marktpotenzial einer Region ist. Dieses approximieren sie anhand der aus Harris (1954) stammenden Methode, der nach Entfernung gewichteten regionalen Bruttoinlandsprodukte umliegender Regionen. Devereux, Griffith und Simpson (2007, S. 430) finden einen positiven Zusammenhang zwischen der Höhe des regionalen Bruttoinlandsprodukts und der Entscheidung der Unternehmen, sich in der dazugehörigen Region anzusiedeln. Siedschlag, Zhang und Smith (2013) verwenden ebenfalls das regionale Bruttoinlandsprodukt als Approximation für die Marktgröße in einer Region sowie die Summe aus dem Bruttoinlandsprodukt einer Region und dem jeweiligen Bruttoinlandsprodukt aller an diese Region angrenzenden Regionen als Approximation für das Marktpotenzial. Sie finden sowohl für die Marktgröße als auch für das Marktpotenzial einen positiven Einfluss auf die Ansiedlung von Unternehmen im Telekommunikationssektor.

Wie bereits beim Nachfragepotenzial der privaten Haushalte, lassen sich in verschiedenen Unternehmensbefragungen auch Hinweise auf die Bedeutung des Nachfragepotenzials der Wirtschaft in einer Region für Unternehmen finden (IHK Stuttgart, 2013; IHK Lippe zu Detmold, 2009; IHK Koblenz, 2007; Prognos AG, 2006).

Auch hier stimmen die aus der Theorie abgeleiteten Aussagen und die empirischen Erkenntnisse überein, sodass das Nachfragepotenzial der Wirtschaft mit als Standortfaktor berücksichtigt werden sollte.

1.2.6 Urbanisation

Eine ausgeprägte wirtschaftliche Aktivität in der räumlichen Nähe eines Unternehmens kann bereits einen positiven Effekt auf dessen Leistungserstellung haben. Diese positiven Agglomerationseffekte werden auch Urbanisationsvorteile genannt und wirken sich gewinnsteigernd auf Unternehmen aus. Urbanisationsvorteile können bereits durch ein städtisches Umfeld allein entstehen und wirken somit wirtschaftszweigübergreifend. Denkbare Ursachen sind positive Skaleneffekte durch Unteilbarkeiten in der Versorgung mit spezifischen Inputs, der Produktion oder des Output-Markts selbst (Duranton und Puga, 2004, S. 2067). Hinzu kommt der, im Regelfall in dicht besiedelten Regionen, bessere Zugang zu spezialisierten Dienstleistungen, der öffentlichen Kommunikations- und Transportinfrastruktur sowie anderer öffentlicher Einrichtungen, wie Schulen und Krankenhäusern (Melo, Graham und Noland, 2009, S. 332). Alternativ hierzu argumentiert Jacobs (1969), die davon ausgeht, dass auch zwischen Unternehmen verschiedener Wirtschaftsbereiche Externalitäten bestehen und somit generell die Konzentration wirtschaftlicher Aktivität Vorteile für Unternehmen bringt.

Dass Unternehmen in einem städtischen Umfeld produktiver sind als ihre ländlichen Pendants, demonstrieren zahlreiche empirische Studien. Ciccone und Hall (1996, S. 55) zeigen, dass das Ausmaß der räumlichen Konzentration auf Countyebene der USA einen Großteil der Produktivitätsunterschiede zwischen amerikanischen Bundesstaaten erklären kann. Eine umfassende Übersicht und Zusammenfassung der Literatur zu Produktivitätsunterschieden findet sich in Rosenthal und Strange (2004), die unter Berücksichtigung aller zusammengefassten Arbeiten zu der Aussage kommen, dass die Verdoppelung einer Stadtgröße zu einer Produktivitätszunahme der dort ansässigen Unternehmen von drei bis acht Prozent führt. Melo, Graham und Noland (2009) führen eine Analyse einer großen Anzahl empirischer Studien zu der gleichen Fragestellung durch und gelangen zu der Schlussfolgerung, dass der Einfluss von Urbanisationseffekten hauptsächlich produktivitätssteigernd ist, das Ausmaß des Effekts aber, je nach Begleitumständen und betrachtetem Wirtschaftszweig, unterschiedlich hoch ausfallen kann.

Es ist somit anzunehmen, dass Unternehmen in den von wirtschaftlicher Konzentration geprägten Regionen Produktivitätsvorteile gegenüber Unternehmen in ländlich geprägten Regionen aufweisen. Bevor Urbanität aber als Faktor in das Ranking aufgenommen werden kann, ist zu klären, ob der Ursprung der Produktivitätsvorteile tatsächlich Urbanisationseffekte sind oder ob die überdurchschnittliche Produktivität aus einem Selektionsprozess resultiert, wie es die Arbeiten von Melitz (2003) und Melitz und Ottaviano (2008) nahelegen. Hiernach selektieren sich effiziente Unternehmen in städtische Regionen hinein, um von dem dort höheren Marktpotenzial zu profitieren. Die weniger produktiven Unternehmen werden durch die produktiveren Neueintreter verdrängt und verlassen den Markt. In der Konsequenz zieht dies eine überdurchschnittliche Produktivität der Unternehmen in der städtischen Region nach sich. Ob nun die Urbanisationsvorteile oder der eben beschriebene Selektionseffekt zu den nachgewiesenen Produktivitätsvorteilen führen, ist insofern relevant, da dies die Antwort auf die Frage beeinflusst, ob Größen für die Urbanität einer Region eine Relevanz als Standortfaktor besitzen und dementsprechend aufgenommen werden sollten oder nicht. Ist der Selektionseffekt die Hauptursache für die Produktivitätsvorteile, sind diese letztendlich das Resultat eines hohen Marktpotenzials in einer Region, wie es beispielsweise bereits in Abschnitt 1.2.4 (siehe S. 116) beschrieben ist. Somit müssen in diesem Fall keine Größen für Urbanität aufgenommen werden. Allerdings zeigen Combes et al. (2012) für Frankreich, dass ein städtisches Umfeld die Produktivität aller Unternehmen erhöht und eine Selektion hin zu produktiveren Unternehmen nicht beobachtet werden kann. Vielmehr erhöht ein städtisches Umfeld die Produktivität aller Unternehmen. Folglich halten sie die Urbanisationseffekte für die Ursache der beobachteten Produktivitätsvorteile und den Selektionseffekt für vernachlässigbar.

Dass Urbanisationseffekte auch in der Praxis eine Bedeutung in der Standortentscheidung von Unternehmen selbst haben, zeigt eine Mehrzahl von veröffentlichten Studien. Coughlin, Terza und Arromdee (1991, S. 679 f.) untersuchen die Determinanten für die Lokalisierung ausländischer Investitionen in amerikanische Produktionsstätten und finden den Zusammenhang, dass die Wahrscheinlichkeit von Investitionen in einen Bundesstaat umso höher ist, je größer in diesem die durchschnittliche Anzahl der Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe ist. Ebenfalls für die USA zeigen Coughlin und Segev (2000, S. 343 ff.), dass von nicht-amerikanischen Eigentümern neu errichtete Fertigungsstätten relativ zur bereits bestehenden Verteilung aller Fertigungsstätten überproportional häufig in Regionen mit einem großstädtischen Charakter, einer hohen Bevölkerungsdichte und einem hohen Anteil der erwerbsfähigen Bevölkerung im verarbeitenden Gewerbe, zu finden sind. Goetz und Rupasingha (2002) weisen eine anziehende Wirkung der Urbanität auf die Hightech-Unternehmen in US-Counties nach, indem sie existierende Urbanisationsvorteile mit dem Beale-Code[9] approximieren. Bade und Nerlinger (2000, S. 168) können einen positiven Einfluss der Einwohnerdichte auf die Ansiedlung von Unternehmen in Westdeutschland für die Zeit zwischen 1989 und 1996 nachweisen. Woodward (1992, S. 705 f.) zeigt, dass eine hohe Einwohnerdichte und die Anzahl der bereits existierenden Fertigungsstätten in einer Region einen positiven Einfluss auf die Ansiedlungswahrscheinlichkeit neuer Fertigungsstätten japanischer Unternehmen in den USA haben. Lee, Hwang

[9] Auch bekannt als ERS Rural-Urban Continuum Codes (http://nces.ed.gov/surveys/ruraled/priorclassification.asp). Hier werden die Regionen anhand ihrer Einwohnerzahl und ihrer relativen Lage zu naheliegenden Metropolregionen einer von neun möglichen Kategorien zugeordnet.

und Lee (2012, S. 199) untersuchen anhand von Mikrodaten die Standortwahl koreanischer Unternehmen in den USA und finden einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen der Gesamtzahl der Arbeiter im verarbeitenden Gewerbe und im Finanzsektor auf die Ansiedlungswahrscheinlichkeit in einer Region. Guimarães, Figueiredo und Woodward (2000, S. 127) finden einen signifikant positiven Einfluss der Beschäftigung im verarbeitenden Gewerbe auf die räumliche Verteilung neu errichteter Betriebe in den Landkreisen in Portugal. Zusätzlich können Crozet, Mayer und Mucchielli (2004, S. 39) zeigen, dass ausländische Investoren die räumliche Nähe von anderen, insbesondere einheimischen, Unternehmen suchen. Devereux, Griffith und Simpson (2007, S. 434) untersuchen das Ansiedlungsverhalten von Unternehmen mit mehreren Produktionsstätten in Großbritannien und kommen zu dem Schluss, dass vorhandene Urbanisationseffekte in einer Region einen entscheidenden Einfluss auf die Ansiedlungshäufigkeit von Unternehmen haben, die vorher noch nicht an einem Standort wirtschaftlich aktiv waren.

Insgesamt wird die Aufnahme eines Indikators für die Urbanisationsvorteile in einer Region als gerechtfertigt gesehen.

1.2.7 Forschung und Bildung an Hochschulen

Die Hochschulen in einer Region haben aus wirtschaftlicher Perspektive zwei Hauptaufgaben: die Generierung von Wissen und die Ausbildung von Studenten. Das generierte Wissen kann wirtschaftlich durch Patente, Ausgründungen oder Wissens-Spillover weiter verwertet werden. Die Absolventen der Hochschule stehen als Arbeitnehmer oder Entrepreneure in der Region zur Verfügung.

Die örtliche Nähe zu Hochschulen kann für ein Unternehmen wichtig sein, da in der Literatur allgemein die Ansicht vertreten wird, dass die räumliche Reichweite von Wissens-Spillovern begrenzt ist.[10] Dementsprechend sind Ideen und Technologien, die nicht über eine große Distanz vermittelbar sind, nur von Unternehmen in Nähe der Hochschule nutzbar und stellen für diese Unternehmen einen kompetitiven Vorteil gegenüber weiter entfernten Unternehmen dar (Porter und Stern, 2001, S. 34). Dass regionale Wissens-Spillover existieren und einen Einfluss auf die Ansiedlung von Unternehmen haben, zeigt Harhoff (1999, S. 29) am Beispiel des Hightech-Sektors. Zusätzlich wird in der Literatur argumentiert, dass räumliche Nähe die Kosten des Zugangs zu Wissen reduziert

[10] Aber auch die Reichweite von Wissens-Spillovern wird durch die räumliche Konzentration wirtschaftlicher Aktivität bzw. den dadurch entstehenden Urbanisationsvorteilen gefördert. So zeigt Varga (2000, S. 303), dass Wissenstransfers von Universitäten zu Unternehmen intensiver sind, wenn mehr Erwerbstätige im Hightech-Sektor innerhalb der Region tätig sind.

(Audretsch, Lehmann und Warning, 2005, S. 1115). Dass das bloße Vorhandensein einer Hochschule einen positiven Einfluss auf die Ansiedlungsentscheidung insbesondere von Hightech-Unternehmen hat, belegen Bade und Nerlinger (2000, S. 171). Kirchhoff und Newbert (2007, S. 556) zeigen weitergehend, dass Unternehmen auf die Höhe der F&E-Ausgaben der Hochschulen positiv reagieren. Dabei scheint insbesondere im Bereich der Naturwissenschaften erbrachte Forschung eine positive Auswirkung auf Unternehmensansiedlungen zu haben. Die Arbeiten von Audretsch, Lehmann und Warning (2004, S. 201) und Audretsch und Lehmann (2005, S. 1200) zeigen diesen Zusammenhang mithilfe der veröffentlichten Arbeiten an einer Hochschule als Approximation für deren Forschungsleistung.

In Unternehmensumfragen hingegen wird der örtlichen Nähe von Hochschulen und Forschungseinrichtungen vergleichsweise geringe Relevanz bescheinigt (IHK Bodensee-Oberschwaben, 2012; IHK Ulm, 2012; Prognos AG, 2006).

Neben der Forschungsleistung kommt auch der Anzahl der Absolventen einer Hochschule besondere Bedeutung zu, da diese auf zwei Wegen Einfluss auf Unternehmen in der Region hat. Zum einen stellen die Absolventen eine wichtige Ressource an Humankapital auf dem regionalen Arbeitsmarkt dar, wobei die Nähe zwischen Unternehmen und Hochschule die Suchkosten für Unternehmen und Absolventen verringert. Dies ist nach Audretsch und Lehmann (2005, S. 1194) ein weiterer Wettbewerbsvorteil gegenüber Unternehmen, die sich nicht in der räumlichen Nähe einer Hochschule befinden. Zum anderen sind die Absolventen einer Hochschule ein möglicher Kanal für den Transfer von dem an der Hochschule generierten Wissen zum Unternehmen, wie es beispielsweise in der Geschichte des Silicon Valley entscheidend war (Saxenian, 1994). Auch Schartinger, Schibany und Gassler (2001, S. 265 f.) identifizieren anhand der Auswertung von Umfragen bei Unternehmen, dass das Anstellen von Hochschulabsolventen der Hauptkanal für den Transfer von Wissen zwischen Hochschulen und Unternehmen ist. Dass die räumliche Reichweite der Wissens-Spillover in Deutschland begrenzt ist, kann mitunter besonders an der geringen Mobilität deutscher Hochschulabsolventen liegen, wie sie von Fabel, Lehmann und Warning (2002) aufgezeigt wird.

Die Ergebnisse aus empirischen Studien und Umfragen sind in der Wirkungsrichtung der Anzahl der Hochschulabsolventen auf die Ansiedlung von Unternehmen eindeutig. Audretsch, Lehmann und Warning (2004, S. 200) und Audretsch und Lehmann (2005, S. 1199) finden in ihren Untersuchungen für Deutschland, dass die Anzahl der Absolventen einer Hochschule aus bestimmten Fächergruppen zu einer höheren Anzahl junger Hightech-Unternehmen in der Region führt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Goetz und Rupasingha (2002, S. 1234) unter Verwendung des Anteils der Hochschulabsolventen an der Gesamtbevölkerung. Armington und Acs (2002, S. 42) verwenden die Rate der Neugründungen von Unternehmen in einer Region und den Anteil der Hochschulabsolventen an der Gesamtbevölkerung der Region und finden auch hier einen positiven Zusammenhang. Auch in Audretsch, Lehmann und Warning (2005, S. 1119) lautet das Ergebnis, dass sich neugegründete Unternehmen umso näher an einer Universität niederlassen, je mehr Absolventen der Naturwissenschaften diese hat. Sie finden aber keinen gleichartigen Zusammenhang für die Absolventen aus sozialwissenschaftlichen Fächergruppen. Des Weiteren identifizieren Acosta, Coronado und Flores (2011, S. 375) die Anzahl der Absolventen einer Universität als Haupttreiber der Ansiedlung von Unternehmen in der Umgebung. Sie finden hingegen keinen Einfluss durch die anderen von einer Universität produzierten Outputs, wie der Anzahl der angemeldeten Patente oder der veröffentlichten Aufsätze in wissenschaftlichen Zeitschriften (Acosta, Coronado und Flores, 2011, S. 374).

Auch in Unternehmensbefragungen wird der Verfügbarkeit hoch qualifizierter Arbeitskräfte eine große und im Vergleich steigende Bedeutung bei der Bewertung der Qualität eines Standorts beigemessen (IHK Bodensee-Oberschwaben, 2012; IHK Ulm, 2012; IHK Lippe zu Detmold, 2009, S. 8 f.).

Bei den Wissens-Spillovern von Hochschulen zeichnen Empirie und Theorie durchgängig ein übereinstimmendes Bild. Sowohl der naturwissenschaftliche Forschungsoutput als auch die in einer Region in den Naturwissenschaften ausgebildeten Studenten können einen positiven Effekt für die Unternehmen in einer Region haben und fördern demgemäß die Attraktivität einer Region in den Augen der Unternehmen. Folglich scheint die Aufnahme eines Indikators für den naturwissenschaftlichen Forschungs- und Studentenoutput der Hochschulen in einer Region angemessen.

2 Verwendete Methodik

Wie bereits in Kapitel 1 erläutert wurde, ist ein Ranking die Reihung aller Alternativen hinsichtlich ihrer jeweiligen Attraktivität in Bezug auf ein einzelnes Wertsystem. Das bedeutet, dass es für die Anfertigung eines Rankings der Identifikation eines Wertsystems bedarf, nach dem die Alternativen ihrer Attraktivität folgend in eine Reihenfolge gebracht werden sollen. Dies kann entweder das individuelle Präferenzsystem eines einzelnen Unternehmens oder aber eine aggregierte kollektive Präferenzstruktur einer heterogenen Gruppe von Unternehmen sein. Im Fall eines allgemeinen Regionenrankings besteht die relevante Gruppe von Unternehmen aus allen Unternehmen, die sich vor einer Standortentscheidung sehen und sich bereits dazu entschieden haben, einen Standort innerhalb der Bundesrepublik Deutschland zu wählen. Diese Abgrenzung führt allerdings zu Problemen, die in bisherigen Regionenrankings immer mit der einfachen, aber nicht zu rechtfertigenden Annahme eines kollektiven Präferenzsystems gelöst wurde.

Um die Notwendigkeit einer einfachen Annahme zu umgehen, werden im folgenden Abschnitt Vorüberlegungen zur Methode getroffen, wie ein Ranking auch ohne die einfache Annahme eines kollektiven Wertsystems erstellt werden kann, bevor ein explizites Verfahren für das Erstellen eines allgemeinen Regionenrankings vorgeschlagen wird.

2.1 Gruppen- vs. Einzelentscheidung bei der Standortwahl von Unternehmen

Handelsübliche Rankings verwenden implizit eine einzige Präferenzordnung, anhand derer sie die Attraktivität einer Region messen. Für den in dieser Arbeit vertretenen Ansatz würde dies bedeuten, dass alle individuellen Präferenzen der Unternehmen zu einer kollektiven Präferenz aggregiert werden müssten, anhand derer im Anschluss das Ranking erstellt wird. Dieser Weg führt direkt zum Allgemeinen Unmöglichkeitstheorem. Wie in der Sozialwahltheorie müsste demnach einer der bereits diskutierten Auswege gewählt werden, um trotzdem eine Aggregation der individuellen Präferenzen zu ermöglichen. Allerdings ist eine Präferenzaggregation über die individuellen Präferenzen aller relevanten Unternehmen hier nicht zielführend, da die Standortentscheidung eines Unternehmens nicht in der Gruppe getroffen wird. Vielmehr entscheidet jedes Unternehmen einzeln, entsprechend seines individuellen Wertsystems, das eigene Ansiedlungsverhalten. Ein Unternehmen wird sich umso wahrscheinlicher in einer Region ansiedeln, desto besser dessen Standortausstattung das Anforderungsprofil des Unternehmens im Vergleich zur Ausstattung alternativer Regionen erfüllt (Coughlin, Terza und Arromdee, 1991, S.677) bzw. desto besser das gebotene wirtschaftliche Umfeld den Unternehmenszweck unterstützt (Guimarães, Figueiredo und Woodward, 2000, S. 122). Werden die einzelnen Wertsysteme über eine Gruppe von Unternehmen zusammengefasst, ist für das daraus resultierende Wertsystem denkbar, dass dieses eine Alternative präferiert, die von keinem der individuellen Wertsysteme gewählt werden würde. In jedem Fall würde eine Präferenzordnung resultieren, die keinen Aussagegehalt über das tatsächliche Ansiedlungsverhalten eines einzelnen Unternehmens haben würde. Auf den Anwendungsfall eines Regionenrankings bezogen folgt daraus, dass eine Region an der Spitze stehen würde, die tatsächlich von keinem oder nur einer Minderheit der berücksichtigten Unternehmen gewählt werden würde. Der Rückgriff auf die kollektive Präferenz, so diese überhaupt erreichbar ist, wäre damit ein grundlegender Fehler in der Erstellung eines Rankings und würde zu einer falschen Aussage hinsichtlich der relativen Attraktivität einer Region führen.

Es scheint offensichtlich, dass Unternehmen in ihren Anforderungen an einen Standort eine durchaus starke Heterogenität aufweisen können. Ein Grund hierfür ist, dass unterschiedliche Wirtschaftszweige abweichende Anforderungen haben können. Eine Handelskette mit Markterschließungsmotiv wird dem regionalen privaten Nachfragepotenzial der Haushalte einen großen Stellenwert beimessen, während dieser Faktor für einen Zulieferbetrieb eines Automobilherstellers nahezu keine Bedeutung hat. Für Unternehmen in wissensbasierten Wirtschaftszweigen wird wegen existierender Wissens-Spillovern die Nähe zu Hochschulen oder anderen Forschungseinrichtungen von größerer Bedeutung sein, als für Unternehmen, in deren Leistungserstellung Wissen keinen relevanten Input darstellt.

Dass Unternehmen ihren Eigenheiten entsprechend sehr unterschiedliche Anforderungen an einen Standort stellen, zeigen auch zahlreiche empirische Studien. Diese legen den Schluss nahe, dass die Inhomogenität von Unternehmen auch ein unterschiedliches Ansiedlungsverhalten nach sich zieht. Dies weisen zum Beispiel Han, Lee und Lee (2012) empirisch für ein breites Spektrum an Eigenschaften von Unternehmen nach. Tabelle 2.1 gibt einen nach verschiedenen Dimensionen strukturierten Überblick weiterer Studien.

Dimension der Heterogenität	**Studien**
Anzahl der Betriebsstätten	Mota und Brandão (2011) Henderson (2003)
Technologieintensität	Barrios (2006) Henderson (2003) Bade und Nerlinger (2000) Harhoff (1999)
Wirtschaftssektor/Industriezweig	Koster, Ommeren und Rietveld (2013) Lee, Hwang und Lee (2012) Schwartz (2006) Arauzo-Carod (2005) Goetz und Rupasingha (2002) Harhoff (2000) Audretsch und Fritsch (1994)
Betriebsgröße	Arauzo-Carod und Manjón-Antolín (2004)
Gründung vs. Umsiedlung	Holl (2004)
Heimatort des Entrepreneurs	Figueiredo, Guimarães und Woodward (2002)
Nationalität des Investors	Basile, Castellani und Zanfei (2009) Crozet, Mayer und Mucchielli (2004) Blonigen und Slaughter (2001)

Tabelle 2.1: Belege aus der Literatur zur Heterogenität von Unternehmen in ihren Anforderungen an einen Standort

Die Ungleichheit der Anforderungen an einen Standort hat für das weitere Vorgehen in dieser Arbeit zwei Konsequenzen. Zum einen kann das Problem der Aggregation individueller in eine kollektive Präferenz umgangen und somit das Unmöglichkeitstheorem von Arrow vermieden werden. Zum anderen braucht es für das Erstellen eines aussagekräftigen Rankings eine Methode, die den Umstand, dass Unternehmen Einzelentscheidungen treffen, berücksichtigt.

2.2 Wahl der Aggregationsmethode

Letztendlich wäre es für das Ziel eines Rankings aller Regionen erforderlich, dass das Standortauswahlproblem für jedes relevante Unternehmen einzeln gelöst wird und die Ergebnisse anschließend mit einer geeigneten Gewichtung, wie zum Beispiel der Investitionshöhe oder der Anzahl neu geschaffener Arbeitsplätze, aufzusummieren. Hierzu wird die Kenntnis über die Wertsysteme aller Unternehmen benötigt, die sich in Deutschland ansiedeln wollen. Die Erhebung und Auswertung dieser Informationen erscheint unmöglich. Eine Alternative, die den Informationsbedarf reduziert, ist die Identifizierung möglichst homogener Gruppen von Unternehmen und die anschließende Lösung des Auswahlproblems für die jeweiligen Unternehmensgruppen. Über das Aufsummieren der Gruppen anhand geeigneter Gewichtungsfaktoren entsteht anschließend das Ranking. Auch diese Vorgehensweise scheint, wenn auch in geringerem Ausmaß, bedingt durch den immer noch zu hohen Informationsbedarf nicht umsetzbar.

Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit ein alternativer Ansatz angewandt, der zwar die Einzelentscheidung der Unternehmen berücksichtigt, aber dennoch mit dem gegebenen Informationsbedarf durchgeführt werden kann. Solange die Wertsysteme der standortsuchenden Unternehmen nicht zugänglich sind, bleibt als möglicher Ansatz nur die Verwendung der Data Envelopment Analyse für das Erstellen des Rankings. Wie in Abschnitt 2.5 (siehe S. 72 ff.) beschrieben, kann unter Verwendung der DEA auch ohne tiefgreifende Annahmen hinsichtlich der Präferenzen der Unternehmen zu einem aussagekräftigen Ergebnis gelangt werden. Lediglich über die berücksichtigten Kriterien und die Form der Wertfunktion müssen unausweichlich Annahmen getroffen werden. Die DEA beantwortet in diesem Zusammenhang die Frage, ob überhaupt ein Wertsystem eines Unternehmens denkbar ist, nach dem eine Region für ein Unternehmen der relativ attraktivste Standort in Deutschland ist. Nur wenn dies der Fall ist, kann eine Region für ein Unternehmen die beste Alternative bei der Standortwahl sein. Ist hingegen keine Wertfunktion durch die DEA konstruierbar, für die eine Region gegeben der relevanten Kriterien am attraktivsten ist, dann gibt es immer mindestens eine Region oder eine konvexe Kombination aus mehreren Regionen, die dieser Region gegenüber bevorzugt wird. Für diesen Fall ermittelt die DEA zusätzlich, um welchen Faktor sich eine Region verbessern müsste, damit eine Region zu den attraktivsten Regionen aufschließen würde und welchen Regionen sie durch ihre spezifische Ausstattung ähnelt und mit welchen sie infolgedessen in direktem Wettbewerb steht.

2.3 Die Verwendung der DEA im regionalökonomischen Zusammenhang

In der Literatur findet die Data Envelopment Analyse auch im regionalökonomischen Zusammenhang vielfältige Anwendung. Der erste Vorschlag, Regionen als DMUs im Rahmen der DEA zu betrachten und so die DEA für die Beurteilung von regionalen Produktionsfunktionen zu nutzen, findet sich in Macmillan (1986). Etwas später folgt die erste empirische Arbeit, die ein DEA-Modell für die Messung der Effizienz von Regionen in der Umsetzung von regionalen Inputs in regionale Outputs verwendet. Charnes, Cooper und Li (1989) analysieren 28 chinesische Städte hinsichtlich der Effizienz, mit der sie aus der ihnen zur Verfügung stehenden Ausstattung regionaler Inputs wie Arbeit, Betriebsmittel und Investitionen in die regionalen Outputs Bruttoindustrieproduktion, Gewinne, Steuern und Einzelhandelsumsätze umzusetzen vermögen. Sueyoshi (1992) erweitert die Arbeit von Charnes, Cooper und Li (1989) und ermittelt neben der technischen auch die allokative Effizienz für die 28 chinesischen Städte. In ähnlicher Art und Weise analysieren Bannister und Stolp (1995) den Zusammenhang zwischen regionaler Konzentration und der Produktionseffizienz in verschiedenen Industriezweigen in Mexiko. Hierzu bestimmen sie anhand der DEA die Produktionseffizienz der verschiedenen Industriezweige für jede Region und versuchen, die Ergebnisse anschließend anhand der jeweiligen regionalen Konzentration dieses Industriezweiges zu erklären. Hashimoto und Ishikawa (1993) untersuchen die Lebensqualität in 47 japanischen Präfekturen anhand verschiedener sozialer und ökonomischer Indikatoren. Dabei verwenden sie die negativ assoziierten Indikatoren, wie die Kriminalitäts- oder Suizidrate, als Input und alle positiv belegten Indikatoren, wie das Durchschnittseinkommen oder die Wasserqualität, als Output in ihrem DEA-Modell. Für die Erhöhung der Diskriminierungsmacht und das Erstellen eines Rankings verwenden sie eine Kreuzeffizienzmatrix und ordinale Assurance Regions. Athanassopoulos (1996) berechnet die Unterschiede europäischer Nuts2-Regionen in ihrer Fähigkeit, ihre regionale Faktorausstattung in erstrebenswerte ökonomische und soziale Zielgrößen umzusetzen. Hierzu verwendet der Autor die Anzahl der Beschäftigten, die Einwohnerzahl und die landwirtschaftlich verwendete Fläche als Inputs einer Region und Kennzahlen wie das Bruttoinlandsprodukt, die Anzahl der Kinder, die keine Möglichkeit auf Vorschulerziehung haben und unter anderem die Arbeitslosenquote unter 25 Jahren als Outputs einer Region. Athanassopoulos und Karkazis (1997) verwenden die DEA, um das soziale und wirtschaftliche Profil von zwanzig Präfekturen in Nordgriechenland zu bewerten. Karkazis und Thanassoulis (1998) misst mit der DEA die Effektivität regionaler Förderprogramme in Nordgriechenland. Hierzu verwendet der Autor die Höhe der öffentlichen Investitionen in Infrastruktur und die Investitionsförderung in einer Präfektur als Inputs und die Höhe der privaten Investitionen in den Bereichen Industrie, Landwirtschaft und Dienstleistung innerhalb der Region als Outputs. Martić und Savić (2001) vergleichen anhand der DEA, wie erfolgreich dreißig serbische Regionen ihre vorhandenen Ressourcen wie kultivierbare Fläche, Sachanlagen und Einwohnerzahl in ein hohes Bruttoinlandsprodukt und andere sozioökonomische Outputs umzusetzen vermögen. Sie verwenden darüber hinaus die Super- und Kreuzeffizienz, um zwei separate Rankings aller berücksichtigten Regionen zu erstellen. Schaffer, Simar und Rauland (2011) nutzen die DEA, um die deutschen Regionen zu identifizieren, in die unter den Aspekten der Effizienz und der Angleichung regionaler Unterschiede öffentliche Investitionen getätigt werden sollten. Hierzu vergleichen sie im ersten Schritt, wie effizient deutsche Nuts3-Regionen ihre Ausstattung mit Humankapital und Transportinfrastruktur in Durchschnittseinkommen der Bevölkerung umsetzen können. In einem zweiten Schritt ermitteln sie anhand geoadditionaler Regression, ob ein schlechter Effizienzwert einer Region durch deren ungünstige geografische Lage erklärt werden kann, in welchem Fall sie öffentliche Investitionen in die Region empfehlen. Oder aber, ob der schlechte Effizienzwert durch Schwächen der internen Struktur in der Region verursacht ist, in welchem Fall sie vor öffentlichen Investitionen in die Region warnen. Charles und Zegarra (2014) verwenden die DEA zur Bestimmung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit von 25 peruanischen Regionen im nationalen Vergleich. Hierzu nutzen sie ein DEA-Modell mit einem Einheitsinput und verarbeiten 25 wirtschaftliche und sozioökonomische Kennzahlen aus den Bereichen Wirtschaft, Unternehmen, Regierung, Infrastruktur und Einwohner als Outputs. Sie erstellen ein Ranking über alle Regionen anhand der resultierenden Effizienzwerte.

Die vorliegende Arbeit hat mit allen genannten Arbeiten gemein, dass sie Regionen als DMUs im Rahmen der DEA verwendet. Darüber hinaus unterscheidet sie sich jedoch wesentlich entweder in der Deutung der DEA, dem verwendeten DEA-Modell oder der angestrebten Ergebnisform. Die Zielsetzung der Mehrheit der vorgestellten Arbeiten ist die Identifikation der Regionen, die im klassischen Sinne die jeweiligen Inputs am relativ effizientesten in die jeweiligen Outputs umwandeln können. Sie verwenden die DEA im bereits beschriebenen produktionstheoretischen Kontext, indem sie die Regionen als Produktionseinheiten verstehen. Eine Sonderstellung nehmen inhaltlich die Beiträge von Charles und Zegarra (2014) und Hashimoto und Ishikawa (1993) ein, da sie die DEA nicht in ihrer produktionstheoretischen Grundidee verwenden. Sie verwenden die DEA vielmehr als Hilfsmittel bei der Wahl zwischen verschiedenen Regionen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen, wie dies auch in der vorliegenden Arbeit getan wird. Insbesondere Charles und Zegarra (2014) ist der vorliegenden Arbeit inhaltlich am nächsten, da hier mit der Wettbewerbsfähigkeit einer Region und der DEA als Entscheidungsmethode prinzipiell die gleiche Idee verfolgt wird. Charles und Zegarra (2014) und Hashimoto und Ishikawa (1993) untersuchen jedoch eine wesentlich kleinere Anzahl an Regionen, was geringere Anforderungen an die Diskriminierungsmacht der verwendeten Methode stellt. Der einzige Beitrag, der eine ähnliche Anzahl von Regionen untersucht, ist Schaffer, Simar und Rauland (2011). Sie streben aber lediglich die Identifikation der effizienten Regionen an und erstellen kein Ranking der einbezogenen Regionen. Charles und Zegarra (2014) unterscheidet sich zusätzlich von der vorliegenden Arbeit, indem ein Einheitsinput verwendet wird und alle Regionen lediglich anhand des normalen Effizienzwerts gerankt werden.

2.4 Verwendetes DEA-Modell

Soll die DEA für das Erstellen eines vollständigen Rankings verwendet werden, dann müssen zwei Punkte adressiert werden. Als erstes muss eine Methode gewählt werden, mit der die Diskriminierungsmacht auf das für ein Ranking benötigte Niveau erhöht werden kann. Zweitens muss eine Annahme über die grundsätzliche Form der Wertfunktion von Unternehmen getroffen werden. Wie in Abschnitt 2.5.1.5 (siehe S. 81) gezeigt wurde, können innerhalb der DEA Annahmen über die zugrunde liegende Produktionstechnologie getroffen werden. Bei der Verwendung der DEA im entscheidungstheoretischen Kontext entspricht dies der Form der unterstellten Wertfunktion.

Zur Erhöhung der Diskriminierungsmacht wird der Ansatz der spielbasierten Kreuzeffizienz von Liang et al. (2008b) verwendet. Da keine Präferenzinformationen der Unternehmen bekannt sind, Regionen aber im Wettbewerb um die knappe Ressource Unternehmen bzw. Investitionen aus der privaten Wirtschaft stehen, erscheint die Verwendung der spielbasierten Kreuzeffizienz als am geeignetsten, um die Anforderung, ohne Rückgriff auf Präferenzinformationen eine möglichst vollständige Rangordnung zu bilden, zu erfüllen.

Hinsichtlich der grundlegenden Form der Wertfunktion erscheint die Annahme akzeptabel, dass die in Abschnitt 2.1 (siehe S. 54 ff.) diskutierten Bedingungen (AW-1), (AW-2) und (AW-3) erfüllt sind. Zusammen rechtfertigen diese die Verwendung einer linearen multiattributären Wertfunktion. Die Verwendung einer linearen Wertfunktion ist gerechtfertigt, wenn es dem unbekannten Entscheidungsträger möglich ist, eine vollständige schwache Ordnung über alle im Folgenden konstruierten Kriterien zu bilden und sowohl Substituierbarkeit als auch Präferenzunabhängigkeit zwischen diesen vorliegt. Hiervon wird fortan ausgegangen. Entsprechend wird das Modell mit konstanten Skalenerträgen von Charnes, Cooper und Rhodes (1978) und damit Maximierungsproblem LP als Grundlage des Evaluierungsverfahrens verwendet.

2.5 Implementieren des Entscheidungsproblems in das Modell

Nach der Festlegung des Evaluierungsverfahrens wird im folgenden Schritt die Auswahl der zur Verfügung stehenden Alternativen und der Kriterien, anhand derer die Alternativen evaluiert werden sollen, getroffen.

2.5.1 Berücksichtigte Regionen

Die im Ranking berücksichtigten Regionen sind alle deutschen Kreisregionen, da diese alle Alternativen eines regionalen Standortwahlproblems für Unternehmen darstellen. Das bedeutet, dass alle deutschen Landkreise und kreisfreien Städte untereinander verglichen und evaluiert werden. Zum Zeitpunkt der Anfertigung vorliegender Arbeit gibt es 295 Landkreise und 107 kreisfreie Städte in Deutschland. Eine Sonderstellung haben die „Kommunalverbände besonderer Art“ wie der Regionalverband Saarbrücken, die Region Hannover und die Städteregion Aachen, die in dieser Arbeit als Landkreise behandelt werden, da sie nicht kreisfrei sind. Dies führt zu insgesamt 402 Alternativen, die in der regionalen Standortwahl von Unternehmen miteinander verglichen werden müssen.

2.5.2 Entwicklung der Kriterien

In Abschnitt 3.1.2 (siehe S. 29) wurde erörtert, dass in dieser Arbeit unter einem Kriterium die Verbindung von einem Attribut und einem Werturteil hinsichtlich dessen unterschiedlichen Ausprägungen verstanden wird. Da die Gewinnerzielungsabsicht als Finalziel eines Unternehmens benannt wurde und in Abschnitt 1.2 (siehe S. 109) hieraus Modalziele abgeleitet wurden, muss im kommenden Schritt für jedes der Modalziele ein natürliches, möglichst umfassendes, eindeutiges und direktes Kriterium entwickelt werden, das gleichzeitig praktikabel genug für eine praktische Anwendung bleibt.[11]

Bei der Mehrheit der identifizierten Modalziele kann auf die Attribute zurückgegriffen werden, die bereits in der empirischen Literatur zu deren Approximation verwendet wurden. Tabelle 2.2 zeigt die im weiteren Verlauf zur Operationalisierung verwendeten Attribute. Die in der Tabelle ausgewiesene Richtung gibt darüber Auskunft, ob die Attraktivität einer Region mit zunehmendem Wert eines Attributs steigt (+) oder sinkt (−). Zusätzlich werden fortan lineare, partielle Wertfunktionen verwendet, da angenommen wird, dass die gewählten Attribute die Ziele adäquat abbilden können. Bei den verwendeten Attributen stand aus verschiedenen und teils in der Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 3.4 (siehe S. 146 ff.) noch zu erörternden Gründen das Bemühen im Mittelpunkt, die Richtung und den Nullpunkt der dazugehörigen natürlichen Skala beizubehalten. Zu den bereits diskutierten Gründen zählen die wünschenswerten Eigenschaften von Kriterien, wie sie in Abschnitt 3.1.2.1 (siehe S. 30) erläutert wurden.

[11] Eine Beschreibung und Diskussion dieser wünschenswerten Eigenschaften findet sich in Abschnitt 3.1.2 (siehe S. 29 ff.).

Modalziel	Attribut	Jahr	Kürzel	Richtung	Quelle
Regionale Steuerbelastung	Gewerbesteuerhebesatz	2012	Tax	(−)	Statistisches Bundesamt
Transportinfrastruktur	Erreichbarkeit von IC/EC/ICE-Bahnhöfen	2012	$Bahn$	(−)	INKAR 2013
	Erreichbarkeit von Autobahnen	2012	AB	(−)	INKAR 2013
	Erreichbarkeit von Flughäfen	2012	$Flug$	(−)	INKAR 2013
Nachfragepotenzial privater Haushalte	Verfügbares Einkommen privater Haushalte pro km^2	2011	NPP	(+)	Statistisches Bundesamt
Nachfragepotenzial Wirtschaft	BIP pro km^2	2011	NPW	(+)	Statistisches Bundesamt
Urbanisation	Einwohnderdichte	2011	Urb	(+)	Statistisches Bundesamt
Forschung und Bildung an Hochschulen	Veröffentlichungen Naturwissenschaften	2012	Pub	(+)	Centrum für Hochschulentwicklung (2013)
	Studenten Naturwissenschaften an Hochschulen pro km^2	2012	$Stud$	(+)	Statistische Ämter des Bundes und der Länder
Verfügbarkeit Arbeitskräfte	Arbeitslosenzahl pro km^2 im Jahresdurchschnitt (ohne Langzeitarbeitslose)	2013	AL	(+)	Statistisches Bundesamt

Tabelle 2.2: Für das allgemeine Regionenranking verwendete Kriterien

Die Auswahl dieser Kriterien bedeutet, dass in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass ein Unternehmen denjenigen Standort wählt, der eine Kombination aus einem möglichst hohen regionalen Nachfragepotenzial der Wirtschaft und der privaten Haushalte, einer möglichst hohen Dichte wirtschaftlicher Aktivität an sich, einer möglichst hohen Verfügbarkeit von Arbeitskräften[12] sowie hohen potenziellen Wissens-Spillovern bei gleichzeitig möglichst geringen Kosten der Ansiedlung, wie Steuern und Transportkosten, bietet. Verwendet werden jeweils die aktuellsten verfügbaren Daten, sodass in den meisten Fällen auf Daten aus den Jahren 2011 und 2012 zurückgegriffen wird.

[12]Die Zahl der Arbeitslosen wird um die Zahl der Langzeitarbeitslosen bereinigt.

2.5.3 Einbetten des Entscheidungsproblems in die DEA

Wie auch im produktionstechnischen Kontext benötigt die DEA im entscheidungstheoretischen Kontext die Unterscheidung der Daten in formale In- und Outputs. Folglich müssen die Kriterien im entscheidungstheoretischen Kontext für das Erstellen eines Rankings in Vor- und Nachteile eingeteilt werden. Im produktionstechnischen Kontext ist die Einteilung ohne weiteren Aufwand möglich, da im Regelfall leicht zu beobachten ist, welche Größe für ein Unternehmen einen Input und welche einen Output darstellt. Im entscheidungstheoretischen Kontext hingegen existiert kein offensichtliches oder bereits vorgegebenes Schema. Dementsprechend muss hier mehr Aufwand für die Einteilung betrieben werden.

Allgemein liegt es in der Natur der DEA, dass diese versucht, den aggregierten Output zu maximieren und gleichzeitig den aggregierten Input zu minimieren. Der originären Formulierung der DEA folgend sollten alle zu maximierenden Kriterien wie ein Output und alle zu minimierenden Kriterien wie ein Input behandelt werden. Da jedes Kriterium in seiner Wirkungsrichtung durch eine negativ affine Abbildung umgekehrt werden kann, wird die natürliche Skala der Attribute, die den Kriterien zugrunde liegt, als Entscheidungskriterium für die Einteilung verwendet. In dem Gebrauch der DEA hat dies den entscheidenden Vorteil, dass in der natürlichen Skala bereits ein Nullpunkt definiert ist. Dieser Umstand ist wesentlich, da das Verfahren zwar die Eigenschaft der Invarianz gegenüber einer Veränderung der verwendeten Einheiten („unit invariance“), aber nicht die Eigenschaft der Invarianz gegenüber linear affinen Abbildungen mit einer Verlegung des Skalennullpunkts der Daten („translation invariance“) aufweist. Eine künstliche Verlegung des Nullpunktes hätte somit unerwünschte, da durch eine subjektive Entscheidung beeinflusste, Auswirkungen auf das Ergebnis.

Unabhängig, in welchem Kontext die DEA verwendet wird, hat die Einteilung der In- und Outputs einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse. Dementsprechend sorgfältig muss hier vorgegangen werden; insbesondere da das Festlegen der Einteilung die Hauptquelle der, in dem Verfahren zu findenden, Subjektivität ist. Da auf diese Einteilung nicht verzichtet werden kann, muss dieses Maß an Subjektivität jedoch hingenommen werden.

Die Werteffizienz einer Region berechnet sich entsprechend des CCR-Modells unter der Verwendung der Kriterien Tax, $Bahn$, AB sowie $Flug$ als zu minimierende Nachteile und NPP, NPW, Urb, Pub, $Stud$ sowie AL als zu maximierende Vorteile.

3 Berechnung des allgemeinen Regionenrankings

Die folgenden Berechnungen werden anhand von zwei Software-Paketen durchgeführt. Die Ergebnisse des CCR-Modells, insbesondere die Liste der Referenzsets, werden anhand der DEA-Frontier Software (Zhu, 2014) berechnet. Die spielbasierte Kreuzeffizienz wird in der freien Programmiersprache R (R Core Team, 2014) berechnet, da DEAFrontier zwar die Möglichkeit bietet, die spielbasierte Kreuzeffizienz zu kalkulieren, mit dem Problemumfang der 402 DMUs mit sechs Out- und vier Inputs aber rechnerisch überfordert ist. Der zur Berechnung verwendete R Code ist in Anlehnung an Pessanha et al. (2013) entstanden und findet sich in Anhang A.1.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels findet zuerst eine Beschreibung des verwendeten Datensatzes statt, bevor die Ergebnisse schrittweise dargestellt und diskutiert werden.

3.1 Verwendeter Datensatz

Der für die Berechnung des Rankings verwendete Datensatz besteht aus den Profilen der 402 deutschen Landkreise und kreisfreien Städte mit jeweils vier zu minimierenden und sechs zu maximierenden Kriterien. Die Datenverfügbarkeit ist über alle Kriterien hinweg sehr gut, sodass es zu keinen Datenlücken kommt.

3.1.1 Normalisierung der Daten

Im Zuge der Berechnung des Modells werden die jeweiligen Attributsausprägungen auf eine einheitliche Skala normalisiert. Die Normalisierung erfolgt aus drei verschiedenen Gründen: Erstens unterliegt ein Teil der in dieser Arbeit verwendeten Daten Weitergabebeschränkungen durch die jeweiligen Datenlieferanten; die Originaldaten sind somit bis auf die Möglichkeit einer relativen Aussage unkenntlich zu machen. Zweitens wäre die Verwendung der natürlichen Skalen zu rechenintensiv[13], mit der Folge, dass das verwendete Modell für die vorhandene Problemgröße von keiner zur Verfügung stehenden Software zu lösen wäre. Dies kann jedoch durch die Normalisierung umgangen werden. Drittens führt eine Normalisierung der Daten zu einer besseren Vergleichbarkeit der ermittelten Skalierungsfaktoren und der daraus resultierenden Substitutionsraten, da die entstandenen Skalen die Rolle der normierten partiellen Wertfunktionen einnehmen.

Da das verwendete Modell zwar die Eigenschaft der Invarianz gegenüber Veränderungen der verwendeten Einheiten („unit invariance"), aber nicht die Eigenschaft der Invarianz gegenüber linear affinen Abbildungen mit einer Verlegung des Skalennullpunkts der Daten („translation invariance"), aufweist, wird eine Normalisierung auf das Intervall 0 bis 100 gewählt. Der Wert 0 wird dem natürlichen Nullpunkt der jeweiligen Attributskala und der Wert 100 dem jeweils in einem Kriterium von einer Region maximal erreichten Attributwert zugewiesen. Dementsprechend hat die Normalisierung keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

3.1.2 Deskriptive Statistik

Abbildung 3.1 zeigt die Häufigkeitsverteilung für die einzelnen zu minimierenden Kriterien (Nachteile) anhand von Histogrammen mit zwanzig Klassen. In Tabelle 3.1 finden sich die zugehörigen Lage- und Streumaße. Abbildung 3.2 und Tabelle 3.2 zeigen die Verteilung und die Lage- und Streuparameter für die zu maximierenden Kriterien.

Die Streuung der regionalen Steuerbelastung über alle Regionen hinweg ist im Vergleich zu den anderen Kriterien gering, da keine Region einen Wert unter 45 aufweist. Grund hierfür ist, dass jede Region einen Gewerbesteuersatz festgelegt hat, der über dem gesetzlichen Mindesthebesatz von 200 Prozent liegt. Den niedrigsten Hebesatz hatte im Jahr 2012 mit 237 Prozent der Landkreis Dahme-Spreewald. Am höchsten war die Steuerbelastung zu diesem Zeitpunkt mit 520 Prozent in der kreisfreien Stadt Oberhausen.

Eine gute Erreichbarkeit einer Autobahn ist in den meisten Regionen gegeben. Aus mehr als der Hälfte aller Regionen kann der nächstgelegene Autobahnanschluss in durchschnittlich zehn Minuten oder weniger erreicht werden. Lediglich in den drei Landkreisen Altmarkkreis Salzwedel, Stendal und Lüchow-Dannenberg beträgt die durchschnittliche Pkw-Fahrzeit zur nächsten Autobahnanschlussstelle mehr als fünfzig Minuten.

[13]Vergleiche zu diesem Thema Ali und Seiford (1990, S. 403 f.).

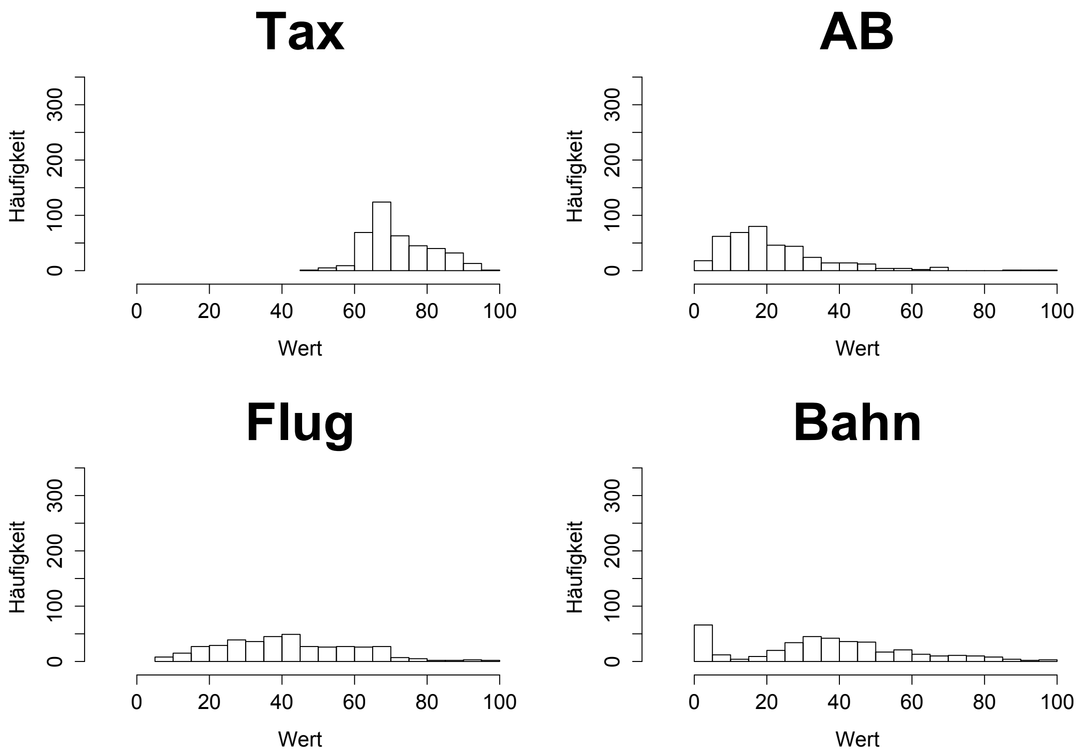


Abbildung 3.1: Verteilung der Nachteile

Die benötigte Fahrzeit zum nächstgelegenen internationalen Flughafen in Deutschland beträgt im Durchschnitt 47 Minuten. Am besten ist die Erreichbarkeit eines Flughafens im Landkreis Hof und der kreisfreien Stadt Mannheim gegeben. Mit einer Pkw-Fahrzeit von 114 Minuten belegt der Landkreis Cham den letzten Platz.

Bei der benötigten Pkw-Fahrzeit zum nächstgelegenen IC/EC/ICE-Bahnhof zeichnet sich ein zweigeteiltes Bild. In rund einem Fünftel aller Regionen wird eine Fahrzeit von fünf oder weniger Minuten benötigt, während der Durchschnitt bei 23 Minuten liegt. Schlusslichter, mit Werten über sechzig Minuten, bilden die Landkreise Cham und Görlitz.

Bei den zu maximierenden Kriterien fällt auf, dass in jedem der Kriterien ein Großteil aller Regionen nur einen Wert kleiner gleich fünf auf der normierten Skala erreicht. Das bedeutet, dass der Großteil aller Regionen gerade fünf Prozent oder weniger des Werts aufweist, der vom jeweiligen Spitzenreiter erreicht wird. Besonders drastisch fällt die Diskrepanz zwischen der Spitzengruppe und dem Großteil aller anderen Regionen bei den Wissens-Spillovern aus. In insgesamt 343 Regionen findet keine naturwissenschaftliche Forschung in Form von Veröffentlichungen statt. Bei 248 dieser Regionen lässt sich dies

Tax	
Minimum	45,58
1. Quantil	65,96
Median	69,62
Arith. Mittel	72,22
3. Quantil	78,80
Maximum	100,00
Standard Abw.	8,97

AB	
Minimum	1,59
1. Quantil	11,11
Median	17,46
Arith. Mittel	21,78
3. Quantil	26,98
Maximum	100,00
Standard Abw.	14,71

Flug	
Minimum	6,14
1. Quantil	28,07
Median	40,35
Arith. Mittel	41,66
3. Quantil	55,04
Maximum	100,00
Standard Abw.	18,39

Bahn	
Minimum	0,00
1. Quantil	22,58
Median	37,10
Arith. Mittel	36,35
3. Quantil	50,00
Maximum	100,00
Standard Abw.	23,44

Tabelle 3.1: Lage- und Streumaße der Nachteile

auf das Fehlen von naturwissenschaftlichen Hochschulen zurückführen. In diesen Regionen werden dementsprechend auch keine naturwissenschaftlichen Studenten ausgebildet. Die Spitzengruppe in der Forschung setzt sich aus den kreisfreien Städten München, Berlin, Karlsruhe und Heidelberg zusammen, wogegen die kreisfreien Städte Regensburg, Erlangen, Darmstadt und Würzburg die höchste Dichte naturwissenschaftlicher Studenten aufweisen.

Das private Nachfragepotenzial ist in den kreisfreien Städten München, Stuttgart und Berlin am höchsten. Die Schlussgruppe bilden erwartungsgemäß sehr ländlich geprägte Regionen, wie die Landkreise Prignitz und Uckermark, die mit etwa 660 Euro verfügbarem Einkommen der privaten Haushalte pro Quadratkilometer pro Jahr nur einen sehr geringen Bruchteil der rund 112.300 Euro pro Quadratkilometer pro Jahr von München erreichen. Auch beim wirtschaftlichen Nachfragepotenzial belegt München den ersten Platz, dicht gefolgt von den kreisfreien Städten Frankfurt am Main und Düsseldorf. Hier fällt der Unterschied zwischen dem Spitzenreiter München mit 256.700 Euro pro Quadratkilometer pro Jahr und 800 Euro pro Quadratkilometer pro Jahr in Prignitz noch extremer aus. Auffällig ist sowohl beim privaten als auch beim wirtschaftlichen Nachfragepotenzial, dass nur vier bzw. acht Regionen einen Wert größer als fünfzig auf der normierten Skala erzielen können. Hier setzt sich die jeweilige Spitzengruppe stark von den restlichen Regionen ab. Zwischen der jeweiligen Spitzengruppe und dem Gros der restlichen Regionen finden sich nur einzelne, durchgehend städtische Regionen, im Wer-

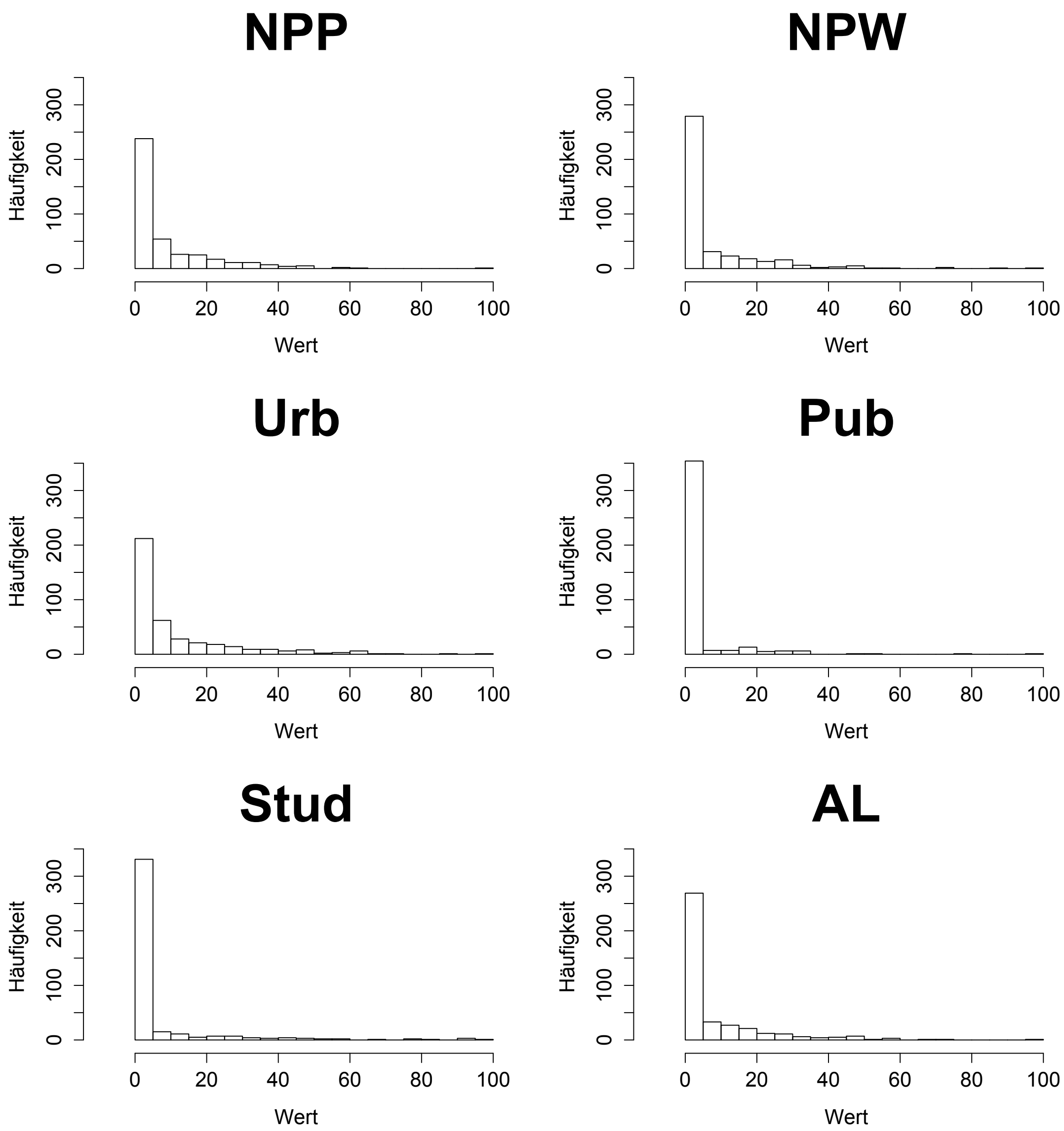


Abbildung 3.2: Verteilung der Vorteile

tebereich zwischen vierzig und sechzig wieder.

NPP		NPW	
Minimum	0,57	Minimum	0,31
1. Quantil	2,00	1. Quantil	1,11
Median	3,88	Median	2,17
Arith. Mittel	9,25	Arith. Mittel	7,72
3. Quantil	11,66	3. Quantil	8,62
Maximum	100,00	Maximum	100,00
Standard Abw.	12,16	Standard Abw.	12,86

Urb		Pub	
Minimum	0,86	Minimum	0,00
1. Quantil	2,56	1. Quantil	0,00
Median	4,49	Median	0,00
Arith. Mittel	11,81	Arith. Mittel	2,82
3. Quantil	14,91	3. Quantil	0,00
Maximum	100,00	Maximum	100,00
Standard Abw.	15,40	Standard Abw.	9,51

Stud		AL	
Minimum	0,00	Minimum	0,43
1. Quantil	0,00	1. Quantil	1,42
Median	0,00	Median	2,39
Arith. Mittel	5,55	Arith. Mittel	8,41
3. Quantil	1,05	3. Quantil	9,92
Maximum	100,00	Maximum	100,00
Standard Abw.	15,30	Standard Abw.	13,09

Tabelle 3.2: Lage- und Streumaße der Vorteile

Bei der Urbanität befinden sich auf den ersten 53 Plätzen ausnahmslos kreisfreie Städte. Diese werden angeführt von München, Berlin und Herne. Erst auf Platz 54 befindet sich mit Mettmann der erste Landkreis. Die drei am wenigsten dicht besiedelten Regionen sind die Landkreise Prignitz, Altmarkkreis Salzwedel und Lüchow-Dannenberg. Von den sechs berücksichtigten zu maximierenden Vorteilen schneiden bei der Urbanität sämtliche Regionen im Vergleich zum Spitzenreiter durchschnittlich am besten ab.

Bei der Verfügbarkeit von Arbeitskräften zeichnet sich ein sehr ähnliches Bild wie bei der Urbanität ab. Dies liegt an der engen inhaltlichen Verwandtschaft der Kriterien, die aus der Einwohnerdichte einer Region und der Zahl der Arbeitslosen pro Quadratkilometer gebildet werden. Wieder dominieren die kreisfreien Städte und es kommt erneut zu einer

Ansammlung des Großteils aller Regionen am unteren Ende der Skala. Die meisten Regionen können bei der Arbeitskräfteverfügbarkeit nicht mit der sehr kleinen Spitzengruppe mithalten. Berlin liegt mit großem Abstand vor Herne und Offenbach am Main. Sehr gering fällt die Arbeitskräfteverfügbarkeit insbesondere in den bayerischen Landkreisen Eichstätt, Donau-Ries und Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim aus, die jeweils weniger als einen Arbeitslosen pro Quadratkilometer aufweisen, während im erstplatzierten Berlin 157 Arbeitslose pro Quadratkilometer zur Verfügung stehen.

Zusammenfassend zeigen sich die Verteilungen der Ausstattungen der Landkreise bei den zu maximierenden Vorteilen durchgehend sehr asymmetrisch und rechtsschief mit einem Modalwert, der immer im ersten Dezil liegt.

Tabelle 3.3 gibt die Korrelationskoeffizienten zwischen den verwendeten Kriterien wieder. Eine hohe Korrelation findet sich vor allem zwischen den zu maximierenden Kriterien Urbanität, privates Nachfragepotenzial, wirtschaftliches Nachfragepotenzial und der Verfügbarkeit von Arbeitskräften.

	Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Tax	1	-0,36	-0,40	-0,42	0,64	0,54	0,68	0,37	0,42	0,67
AB	-0,36	1	0,56	0,45	-0,43	-0,39	-0,44	-0,18	-0,28	-0,40
Flug	-0,40	0,56	1	0,46	-0,45	-0,38	-0,45	-0,21	-0,21	-0,39
Bahn	-0,42	0,45	0,46	1	-0,56	-0,53	-0,58	-0,37	-0,48	-0,53
NPP	0,64	-0,43	-0,45	-0,56	1	0,94	0,98	0,61	0,62	0,90
NPW	0,54	-0,39	-0,38	-0,53	0,94	1	0,91	0,60	0,67	0,80
Urb	0,68	-0,44	-0,45	-0,58	0,98	0,91	1	0,59	0,61	0,96
Pub	0,37	-0,18	-0,21	-0,37	0,61	0,60	0,59	1	0,71	0,52
Stud	0,42	-0,28	-0,21	-0,48	0,62	0,67	0,61	0,71	1	0,51
AL	0,67	-0,40	-0,39	-0,53	0,90	0,80	0,96	0,52	0,51	1

Tabelle 3.3: Pearson-Korrelation der verwendeten Kriterien

Ein Verzicht auf zumindest eine der stark korrelierten Größen scheint hinsichtlich der Diskriminierungsmacht des CCR-Modells, sowie der besseren Rechenbarkeit durch die verringerte Problemgröße, überlegenswert. Besonders, da eine Korrelation zwischen zwei In- bzw. Outputs in der DEA bedeutet, dass die Gewichtungen zwischen korrelierten Größen ohne größere Auswirkungen auf das Ergebnis verschoben werden können. Trotzdem kann, wie Sarkis (2007, S. 307 f.) zeigt, auch das Herauslassen perfekt korrelierter Kriterien in der DEA zu einer Veränderung der Ergebnisse führen. Die Auswirkungen durch das Weglassen von stark korrelierten In- oder Outputs lässt sich nach Dyson et al. (2001, S. 248 f.) folgendermaßen zusammenfassen: Sind die korrelierten Daten ein Vielfaches voneinander, kann das Weglassen keinen Effekt auf die Effizienzwerte haben. Sind die Daten hoch, aber nicht perfekt korreliert, führt das Weglassen zu einer Verminderung der Effizienzwerte von wenigen DMUs bzw. Alternativen. Aber selbst für den Fall einer vollständigen Korrelation der Kriterien führt die Sensitivität der DEA gegenüber einer Verlagerung des Nullpunkts einer Skala („translation variance“) zu einer Veränderung der Ergebnisse, sobald die Kriterien kein Vielfaches voneinander sind. Da die Kriterien kein Vielfaches voneinander und auch nicht perfekt korreliert sind, wird auf keines der Kriterien bei der Berechnung verzichtet.

3.2 Ergebnisse des CCR-Modells

Tabelle 3.4 gibt die Ergebnisse des CCR-Modells für die 25 werteffizientesten Regionen wieder. Insgesamt sind 16 von 402 Regionen (schwach) werteffizient. Die restlichen 386 Regionen sind nicht werteffizient. Die Gruppe der werteffizienten Regionen setzt sich ausschließlich aus westdeutschen Kreisstädten zusammen, während im Allgemeinen beobachtet werden kann, dass kreisfreie Städte durchschnittlich besser abschneiden als Landkreise. Neben der einfachen Werteffizienz sind in Tabelle 3.4 auch die jeweiligen aus der DEA resultierenden Skalierungsfaktoren enthalten, anhand derer die Effizienzwerte erreicht wurden. An diesen lässt sich ablesen, für welche Wertfunktion eine Region am relativ attraktivsten ist. Eine alphabetisch sortierte Liste mit den Ergebnissen aller Regionen befindet sich in Abschnitt B.1.1 (siehe S. 238 ff.) des Anhangs.

In Teil B.1.2 (siehe S. 254 ff.) des Anhangs findet sich eine Liste aller Regionen mit der zugehörigen Werteffizienz und dem jeweiligen Referenzset. Ist eine werteffiziente Region Teil des Referenzsets einer wertineffizienten Region, bedeutet dies, dass die werteffiziente Region mit dem für die wertineffiziente Region optimalen Skalierungsvektor eine Werteffizienz von 1 erreichen würde.[14] In den Referenzsets der relativ wertineffizienten Regionen dominieren die kreisfreien Städte Berlin, das Bestandteil des Referenzsets von 356 Regionen ist, und München, das Bestandteil des Referenzsets von 315 Regionen ist. Danach folgen Ludwigshafen am Rhein mit 35, Herne mit 33 und Erlangen mit 29 Regionen. Hieran wird auch deutlich, dass die in Tabelle 3.4 angegebenen Skalierungsfaktoren für die werteffizienten Regionen keinesfalls eindeutig sind und es für die meisten der werteffizienten Regionen eine Reihe von Skalierungsvektoren gibt, die zu einer Werteffizienz von 1 führen. Die Vielseitigkeit einer Region kann tendenziell am Kreuzeffizienzwert und wie oft die Region im Referenzset einer wertineffizienten Region auftaucht abgelesen werden.

[14] Für eine ausführlichere Erklärung von Referenzsets sei auf Abschnitt 2.5.1.3 (siehe S. 80) verwiesen.

Regionen	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Kiel	KS	1,000	0,008	0,065	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,013
Düsseldorf	KS	1,000	0,010	0,000	0,016	0,000	0,001	0,009	0,000	0,000	0,000	0,005
Essen	KS	1,000	0,010	0,057	0,000	0,018	0,000	0,000	0,016	0,001	0,000	0,000
Herne	KS	1,000	0,010	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Darmstadt	KS	1,000	0.012	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0.000	0,000	0,011	0,002
Frankfurt am Main	KS	1,000	0,010	0,000	0,008	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Ludwigshafen am Rhein	KS	1,000	0,011	0,000	0,021	0,021	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,006
Mainz	KS	1,000	0,012	0,000	0,001	0,042	0,000	0,000	0,005	0,000	0,009	0,002
Stuttgart	KS	1,000	0,009	0,000	0,018	0,027	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
Heidelberg	KS	1,000	0,013	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,010	0,000
Mannheim	KS	1,000	0,007	0,005	0,059	0,000	0,000	0,002	0,012	0,000	0,013	0,000
München	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Regensburg	KS	1,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
Erlangen	KS	1,000	0,012	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
Würzburg	KS	1,000	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
Berlin	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
Bonn	KS	0,997	0,000	0,093	0,032	0,000	0,000	0,000	0,012	0,006	0,003	0,000
Bremen	KS	0,973	0,000	0,000	0,142	0,000	0,015	0,000	0,000	0,011	0,012	0,000
Lübeck	KS	0,970	0,000	0,228	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,035
Nürnberg	KS	0,961	0,000	0,000	0,076	0,072	0,019	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Duisburg	KS	0,958	0,007	0,073	0,001	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,012
Karlsruhe	KS	0,892	0,012	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,010	0,000
Bochum	KS	0,836	0,008	0,034	0,000	0,216	0,016	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Braunschweig	KS	0,811	0,000	0,084	0,069	0,000	0,006	0,000	0,013	0,004	0,008	0,000

Tabelle 3.4: Aus dem CCR-Modell resultierende Effizienzwerte und Skalierungsfaktoren für die 25 werteffizientesten Regionen

3.3 Ergebnisse der spielbasierten Kreuzeffizienz

Wie ersichtlich ist, reicht die Diskriminierungsmacht des CCR-Modells nicht dafür aus, ein vollständiges Ranking zu erstellen. Um die Diskriminierungsmacht zu erhöhen, wird im folgenden Schritt die spielbasierte Kreuzeffizienz (SBKE) berechnet. Die Tabellen 3.5 und 3.6 geben die Ergebnisse für die jeweils zehn besten und schlechtesten Regionen wieder. Das vollständige Ranking aller 402 Regionen findet sich in Anhang B.1.3 (siehe S. 273) und in Abbildung 3.3 auf Seite 145.

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
1	Berlin	KS	1,00000	0,97465	1,00000
1	München	KS	1,00000	0,97571	1,00000
3	Stuttgart	KS	1,00000	0,71508	0,82530
4	Herne	KS	1,00000	0,64034	0,80328
5	Frankfurt am Main	KS	1,00000	0,64944	0,78992
6	Düsseldorf	KS	1,00000	0,64082	0,76760
7	Ludwigshafen am Rhein	KS	1,00000	0,61957	0,75864
8	Essen	KS	1,00000	0,62367	0,74145
9	Nürnberg	KS	0,96150	0,61967	0,71535
10	Bonn	KS	0,99650	0,57565	0,68406

Tabelle 3.5: Die zehn führenden Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz

Unter den zehn nach der spielbasierten Kreuzeffizienz am besten platzierten Regionen finden sich acht der im CCR-Modell 16 gelisteten werteffizienten Regionen wieder. Auf Platz neun ist die kreisfreie Stadt Nürnberg, die erste im CCR-Modell nicht werteffiziente Region. Die am schlechtesten platzierte der 16 werteffizienten Regionen ist die kreisfreie Stadt Darmstadt auf Platz 26. Auch gegenüber der willkürlichen Kreuzeffizienz (KE) kommt es zu einer Veränderung der Rangfolge. Hier tauschen allein unter den ersten zehn Regionen bereits die kreisfreien Städte Herne und Frankfurt am Main sowie Ludwigshafen am Rhein, Essen und Nürnberg untereinander die Plätze. Auffällig bleibt die bereits bei der Effizienz im CCR-Modell aufgetretene starke Dominanz der kreisfreien Städte. Diese belegen die ersten 47 Plätze des Rankings. Auf Platz 48 folgt mit dem Main-Taunus-Kreis der am besten platzierte Landkreis im Ranking. Dessau-Roßlau ist dagegen auf Platz 160 die am schlechtesten abschneidende kreisfreie Stadt im Ranking.

Allgemein ist das aus der spielbasierten Kreuzeffizienz hervorgehende Ergebnis eine vollständige Ordnung aller Regionen. Es kommt lediglich auf dem ersten Platz zu einem Gleichstand zwischen den kreisfreien Städten Berlin und München. Dementsprechend handelt es sich lediglich um eine schwache Ordnung.[15]

[15]Vgl. Abschnitt 2.1.2.4 (siehe S. 18 f.)

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
393	Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,01655	0,01240	0,01559
394	Uelzen	LK	0,01681	0,01241	0,01552
395	Ludwigslust-Parchim	LK	0,01573	0,01182	0,01475
396	Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,01688	0,01152	0,01456
397	Stendal	LK	0,01559	0,01067	0,01347
398	Uckermark	LK	0,01434	0,01007	0,01265
399	Ostprignitz-Ruppin	LK	0,01316	0,01003	0,01249
400	Prignitz	LK	0,01276	0,00950	0,01188
401	Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,01154	0,00843	0,01057
402	Lüchow-Dannenberg	LK	0,01075	0,00781	0,00980

Tabelle 3.6: Die zehn schwächsten Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz

Auch die Erhöhung der Diskriminierungsmacht durch die spielbasierte Kreuzeffizienz reicht somit nicht aus, um das Ziel des Anordnens aller Regionen in eine totale Ordnung zu erreichen. Soll eine totale Ordnung aller Regionen erfolgen, muss auf ein sekundäres Kriterium neben dem Wert der SBKE zurückgegriffen werden, das den Gleichstand des ersten Platzes auflöst. Möglich wäre hier das Heranziehen der willkürlichen Kreuzeffizienz, was hinsichtlich der diskutierten Nachteile der Methode allerdings als wenig zielführend erscheint. Alternativen hierzu sind die Verwendung der Häufigkeit des Vorkommens in den Referenzsets der wertineffizienten Regionen oder aber die Supereffizienz. In beiden Fällen würde sich die Bundeshauptstadt gegenüber München durchsetzen. So ist Berlin Bestandteil des Referenzsets von 356 Regionen, während München nur für 315 Regionen Teil des Benchmarks ist. Auch bei der Supereffizienz führt Berlin mit einem Wert von $2,972$ gegenüber einem Wert von $1,592$ für München.

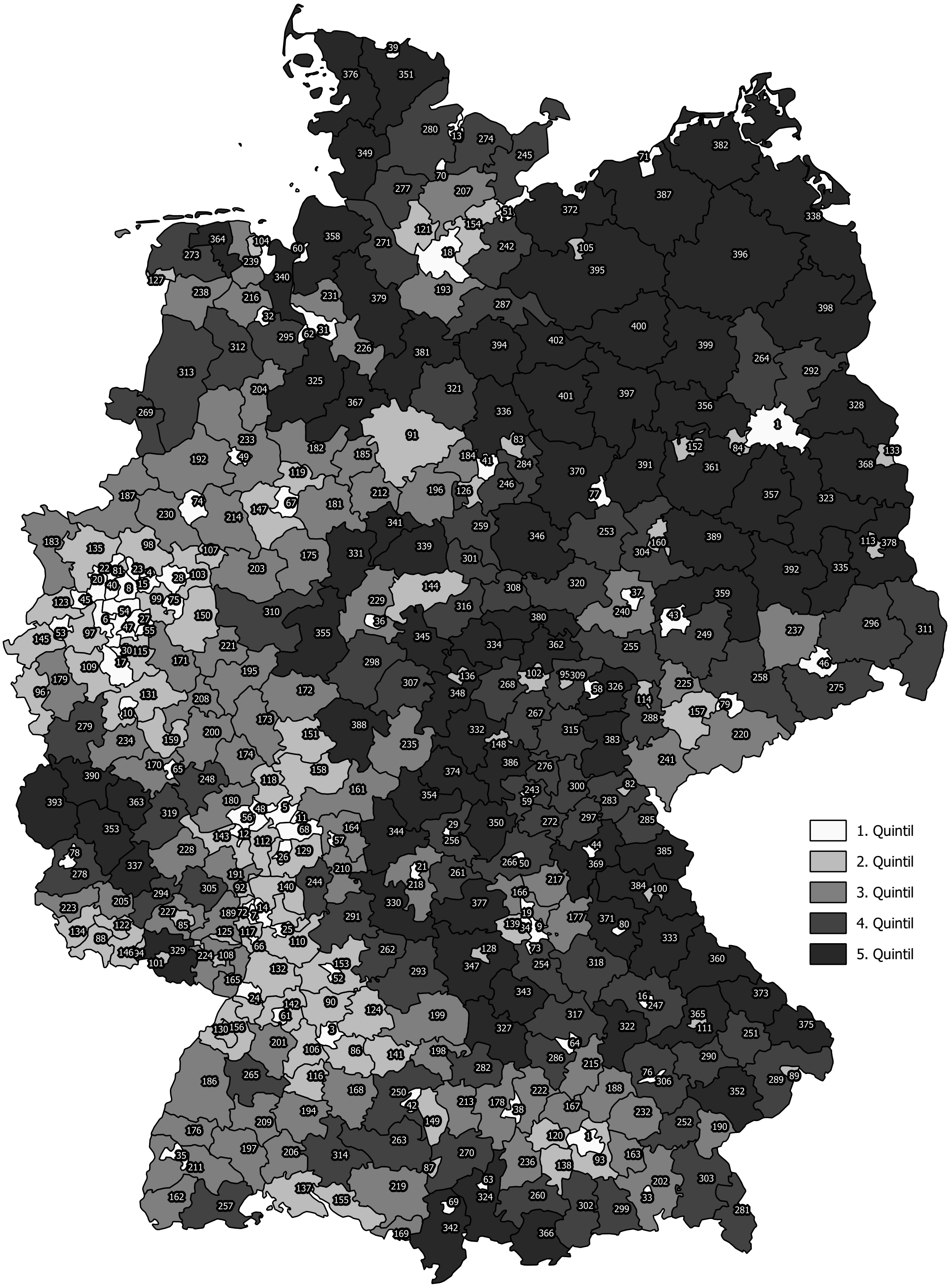


Abbildung 3.3: Ergebnis der spielbasierten Kreuzeffizienz

3.4 Sensitivitätsanalyse

In diesem Teil der Arbeit wird untersucht, inwiefern sich das mit der gewählten Methode erstellte Ranking gegenüber Veränderungen bei den Kriterien oder des Sets aller Alternativen, hier den Regionen, verhält. Insbesondere die Sensitivität gegenüber einer Veränderung bei der Auswahl der Kriterien und deren Zuordnung in zu maximierende oder zu minimierende Kriterien scheint interessant, da, wie bereits beschrieben, an dieser Stelle Entscheidungen getroffen werden müssen, die man als subjektiv bezeichnen kann. Diese Entscheidungen sind aber notwendig, um ein Ranking zu erstellen. Bei der Auswahl der Alternativen ist dies weniger der Fall, da die Aufgabenstellung die Menge aller Alternativen mit der Berücksichtigung aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte als Regionen bereits festlegt. Trotzdem scheint auch hier eine Sensitivitätsanalyse interessant, da die Unabhängigkeit gegenüber irrelevanten Alternativen als ein Gütekriterium von Rankingmethoden verwendet wird.

3.4.1 Modifikation der Menge der Alternativen

Tabelle 3.7 zeigt die Spearman Rangkorrelation zwischen dem erstellten Ranking und den resultierenden Rankings, wenn bestimmte Modifikationen am Set aller Alternativen vorgenommen werden.

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Ohne KS Bielefeld	1,00000
Ohne KS Berlin	0,98836
Nur kreisfreie Städte	0,94159
Nur Landkreise	0,97196

Tabelle 3.7: Modifikation des Sets aller Alternativen

Der Verzicht auf eine beliebige und nicht werteffiziente Region hat, hier am Beispiel der Kreisstadt Bielefeld vollzogen, keine Auswirkungen auf die Rangfolge und das Ranking zeigt sich unabhängig gegenüber der Veränderung. Eine, wenn auch nur leichte, Auswirkung hingegen haben alle Modifikationen, die zu einer Veränderung des effizienten Rands führen. Sobald eine Region ausgelassen wird, die sich im Referenzset von nicht werteffizienten Regionen befindet, führt dies zwangsläufig zu einer Veränderung der Effizienzwerte und der ermittelten Skalierungsvektoren für diese Regionen. Dies hat letztendlich auch einen Einfluss auf die Werte der spielbasierten Kreuzeffizienz.

Wird zum Beispiel einer der beiden Spitzenreiter des Rankings, an dieser Stelle die kreisfreie Stadt Berlin, gestrichen, dann werden die acht kreisfreien Städte Bochum, Bremen, Dortmund, Duisburg, Hamburg, Jena, Nürnberg und Offenbach am Main zusätzlich werteffizient. Wie sich das Streichen einer werteffizienten Region auf die Effizienzwerte des CCR-Modells auswirkt, ist in Abbildung 3.4 illustriert. Hier werden die Werteffizienzen aus den beiden zu vergleichenden Modellen jeweils der Größe nach geordnet und gegenüber gestellt. Wie zu erkennen ist, führt das Streichen einer werteffizienten Alternative bei vielen Alternativen zu einer Zunahme der Werteffizienz. Eine Verschlechterung findet für keine Region statt. Erwartungsgemäß verbessert sich die Werteffizienz aller 355 Alternativen, deren Referenzset zuvor Berlin beinhaltete.

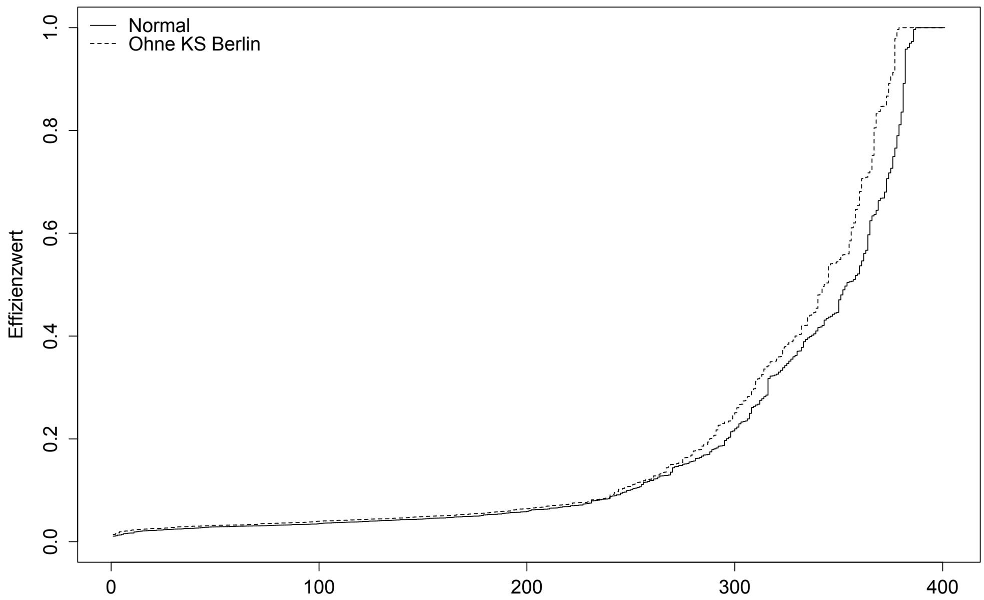


Abbildung 3.4: Vergleich der CCR-Werteffizienzen bei Streichung der werteffizienten kreisfreien Stadt Berlin

Auf das durch die spielbasierte Kreuzeffizienz erstellte Ranking ist die Auswirkung diffuser. Zu den Hauptgewinnern zählen im Wesentlichen die Regionen, deren Referenzset ausschließlich aus der kreisfreien Stadt Berlin besteht. Der Landkreis Vorpommern-Rügen erfährt die größte Veränderung und rückt von Platz 381 auf Platz 302 vor. Aber auch der Landkreis Vorpommern-Greifswald, für den Berlin direkt keine Rolle spielt, gehört zu den Gewinnern und verbessert sich von Platz 337 auf Platz 263. Der größte Verlierer ist der Landkreis Eichstätt, der von Platz 316 auf Platz 352 zurückfällt. Allgemein zeigt sich das Ranking mit einem Rangkorrelationskoeffizienten von $0,988$ aber sehr stabil.

3.4.2 Modifikation der berücksichtigten Kriterien

Auch gegenüber einer Veränderung der Berücksichtigung oder Einteilung der Vor- und Nachteile einer Region, zeigt das Ranking eine hohe Konsistenz der Ergebnisse. Wie aus Tabelle 3.8 hervorgeht, hat das Weglassen einzelner Kriterien keinen signifikanten Auswirkungen auf das Ranking:

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Tax	0,97086
AB	0,99963
Flug	0,99985
Bahn	0,99995
NPW	0,99992
NPP	0,99983
Urb	0,99739
Stud	0,99950
Pub	0,99948
AL	0,99995

Tabelle 3.8: Weglassen einzelner Kriterien

Tabelle 3.9 zeigt die Reaktion des Rankings, wenn einzelne Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen umdefiniert werden. Hierzu wird der jeweilige Gegenwert des Kriteriums berechnet, indem der ursprüngliche Wert auf der normierten Skala von 100 subtrahiert wird:

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Stud als Nachteil	0,99964
Urb als Nachteil	0,99740
Flug als Vorteil	0,56985
Bahn als Vorteil	0,55197
AB als Vorteil	0,57814

Tabelle 3.9: Wechsel einzelner Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen

Die Auswahl der Kriterien für die Sensitivitätsanalyse erfolgt an dieser Stelle anhand von zwei Überlegungen. Einerseits soll überprüft werden, welchen Einfluss die in dieser Arbeit getroffenen Entscheidungen haben, dass bestimmte Eigenschaften einer Regionen, die plausibel sowohl als Vor- als auch als Nachteil gesehen werden können, in ihre jeweilige Kategorie eingeordnet wurden. Dies ist in erster Linie bei der Transportinfrastruktur der Fall. Hier kann leicht argumentiert werden, dass die Nähe einer gut ausgebauten Verkehrsinfrastruktur als Vorteil gesehen werden könnte, anstatt deren Abwesenheit als Nachteil zu werten. Bei den Vorteilen gibt es in dieser Hinsicht keine offensichtlichen Kandidaten für die Sensitivitätsanalyse. Daher wird das Kriterium mit dem höchsten Median, der Urbanität, und das mit dem niedrigsten Median, der Anzahl der naturwissenschaftlichen Studenten, gewählt.

Auffällig ist, dass es zu einer starken Veränderung in der Rangfolge der Regionen kommt, wenn der Gegenwert eines Nachteils als Vorteil gesehen wird (Erreichbarkeit von Flughäfen, Bahnhöfen und Autobahnen), es aber nahezu zu keiner Veränderung kommt, wenn der Gegenwert eines Vorteils als Nachteil gesehen wird (Anzahl der Studenten in den Naturwissenschaften und Urbanität). Gründe für die teils sehr abweichenden Ergebnisse liegen im Ergebnis des CCR-Modells und nicht, was angesichts der beobachteten Veränderungen naheliegend erscheinen würde, in der Richtung, in welche hin verschoben wurde. Vielmehr sind die individuellen Verteilungen der Kriterien und ihre Beziehungen untereinander die Ursache für die Veränderungen in der Reihenfolge.

Wird ein Kriterium zwischen den Vor- und Nachteilen verschoben, hat dies zwei Folgen innerhalb des CCR-Modells. Erstens: Wird das Kriterium entnommen, wird den Regionen die Möglichkeit genommen, sich zur Maximierung ihrer Werteffizienz in dieses zu spezialisieren. Zweitens: Wird der Gegenwert des Kriteriums dagegen eingefügt, entsteht eine neue Möglichkeit der Spezialisierung. Dabei ist die Richtung des jeweiligen Effekts in jedem Fall eindeutig. Wird eine Möglichkeit der Spezialisierung im CCR-Modell genommen, kann der Effekt auf die einzelnen Werteffizienzen nur verschlechternd wirken. Wird durch die Hinzunahme eines Kriteriums eine Spezialisierungsmöglichkeit gegeben, kann dies ausschließlich einen positiven Effekt auf die Werteffizienzen haben. Die Stärke der Effekte, die dieses Nehmen und Geben hat, hängt davon ab, ob die jeweils verbleibenden Kriterien das Wegfallen auffangen können und inwieweit das Hinzukommen den Regionen neue und noch nicht dagewesene Möglichkeiten bietet. Das heißt, der Effekt ist davon abhängig, in welchem Ausmaß die Kriterien jeweils korreliert sind und ob deren Lageparameter in der Größenordnung vergleichbar sind.

Wie aus Tabelle 3.3 (siehe S. 140) ersichtlich ist, korreliert die Erreichbarkeit von Flughäfen, Bahnhöfen und Autobahnen maximal mittel mit den jeweils anderen Nachteilen oder Vorteilen. Meist lässt sich sogar, wenn überhaupt, eine nur sehr schwache Korrelation zu den restlichen Kriterien finden. Wird nun eines dieser Kriterien nicht mehr als Nachteil, sondern dessen Gegenwert als Vorteil gesehen, wird den Regionen eine Möglichkeit der Spezialisierung bei den Nachteilen genommen und eine Möglichkeit der Spezialisierung bei den Vorteilen gegeben, was gemäß Tabelle 3.3 vorher nicht derart gegeben war. Der negative Effekt durch die genommene Spezialisierungsmöglichkeit auf das Gesamtranking ist, wie in Tabelle 3.8 (siehe S. 148) abgelesen werden kann, jeweils vernachlässigbar gering. Der größte Teil des Effekts kann der Hinzunahme der Kriterien zu den Vorteilen zugesprochen werden. Das liegt daran, dass die drei Kriterien, wenn sie als Vorteil gesehen werden, ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber den bisherigen Vorteilen haben. Betrachtet man die Verteilungen in den Abbildungen 3.1 und 3.2 (siehe S. 136 f.), ist offensichtlich, dass die Erreichbarkeit von Flughäfen, Bahnhöfen und Autobahnen, als Vorteil gesehen, signifikant höhere Durchschnittswerte und einen höheren Median aufweist als alle bisher verwendeten Vorteile. Dementsprechend bieten sie den Regionen die Möglichkeit, eine im Vergleich höhere Werteffizienz zu erreichen.

Dies kann am Beispiel der Erreichbarkeit von Flughäfen illustriert werden, bei deren Verschiebung laut Tabelle 3.9 (siehe S. 148) die höchste Abweichung erreicht wird. Wird der Gegenwert der Erreichbarkeit von Flughäfen als Vorteil in die Berechnungen einbezogen, verwenden 390 der 402 Regionen dieses Kriterium, während dies nur 44 getan haben, als die Erreichbarkeit von Flughäfen noch als Nachteil berücksichtigt wurde. Durch die Verschiebung gewinnt das Kriterium stark an Bedeutung, was in Folge einen starken Einfluss auf das Ranking hat. Die Auswirkung zeigt sich bereits in der Effizienz des CCR-Modells, wie in Abbildung 3.5 zu sehen ist. Da nicht alle Regionen in gleichem Maße gewinnen, führt diese Veränderung auch zu den beobachteten, sehr unterschiedlichen Ergebnissen in der spielbasierten Kreuzeffizienz.

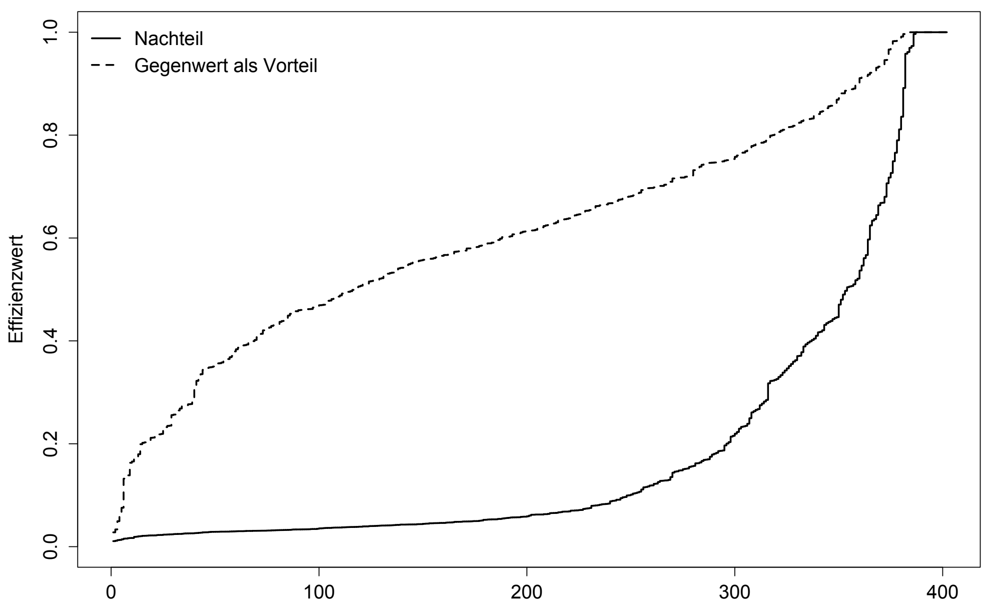


Abbildung 3.5: Vergleich der CCR-Werteffizienzen bei Verschiebung des Kriteriums Erreichbarkeit von Flughäfen

Durch die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigt sich, welch große Bedeutung die Entscheidung hat, ob ein Kriterium als Nachteil oder sein Gegenwert als Vorteil gesehen wird. Neben alledem muss auch berücksichtigt werden, dass durch die Berechnung des Gegenwerts der Nullpunkt der Skala verlegt wird. Dies verursacht, wegen der nicht gegebenen Invarianz gegenüber linear affinen Abbildungen mit einer Verlegung des Skalennullpunkts,[16] ebenfalls einen nicht unerheblichen Teil der Veränderung. Diese Gegebenheit ist wiederum ein Argument dafür, die Kriterien konform der natürlichen Skala der zugrunde liegenden Attribute zu verwenden.

3.5 Einordnung und Interpretation der Ergebnisse

Die vorgestellten Ergebnisse können auf zwei unterschiedliche Arten interpretiert werden. Welche Art verwendet wird, ist abhängig von der jeweiligen Auffassung hinsichtlich der Zulässigkeit der getroffenen Annahme bezüglich der Vollständigkeit des Sets der berücksichtigten Kriterien.

Wird davon ausgegangen, dass die in der Berechnung des Rankings berücksichtigten Kriterien das Entscheidungsproblem der Unternehmen vollständig abbilden, sind in Deutschland nur die 16 Regionen, die eine CCR-Werteffizienz von 1 aufweisen, als potenzieller Standort für Unternehmen interessant. Alle anderen Regionen werden von einer der 16 werteffizienten Regionen für jede mögliche additive Wertfunktion übertroffen. Von diesen 16 Regionen sind die kreisfreien Städte München und Berlin am breitesten aufgestellt.

Allerdings scheint die Annahme der Vollständigkeit der berücksichtigten Kriterien sehr stark. In der Realität wird eine Reihe weiterer, aber auch sehr individueller Kriterien für die Standortwahl eines einzelnen Unternehmens relevant sein. Denkbar sind hier die Nähe zu vertikal vor- oder nachgelagerten Produktionsstufen, die Nähe zu spezifischen Inputs, wie spezialisierten Forschungseinrichtungen oder Rohstoffen, oder aber die Existenz von industriespezifischen Agglomerationsvorteilen, den Lokalisationsvorteilen. In nur wenigen Fällen wird die Standortwahl ausschließlich von den verwendeten Kriterien abhängen.

Auch wenn die Annahme der Vollständigkeit abgelehnt wird, bleibt ein nicht unerheblicher Teil des Aussagegehalts des erstellten Rankings über die wirtschaftlichen Entwicklungsaussichten einer Region bestehen. Solange Präferenzunabhängigkeit zwischen den im Ranking berücksichtigten und den nicht berücksichtigten, aber für die Standortentscheidung von Unternehmen relevanten, Kriterien herrscht, gibt das Ranking zumindest

[16]Siehe Abschnitt 3.1.1 (S. 134).

einen Aufschluss über die Attraktivität der Regionen hinsichtlich eines relevanten Teilbereichs. Die analysierte Literatur zum Ansiedlungsverhalten von Unternehmen stimmt bezüglich der Bedeutung des von den berücksichtigten Kriterien abgedeckten Teilbereichs positiv, da sich zumindest auf einer sehr aggregierten Ebene der größte Teil der Variation des Ansiedlungsverhaltens von Unternehmen anhand der berücksichtigten Kriterien erklären lässt.

An dieser Stelle sei an die Zielsetzung der Arbeit erinnert, die nicht darin besteht, das Standortverhalten eines Unternehmens vorhersagen zu können. Es soll lediglich eine möglichst fundierte Einschätzung darüber zu geben, welche Regionen hinsichtlich ihrer Attraktivität für Unternehmen am besten aufgestellt sind und folglich gute wirtschaftliche Zukunftsaussichten haben.

Die Aufgabe der spielbasierten Kreuzeffizienz ist, die Diskriminierungsmacht zu erhöhen, um auch ohne Rückgriff auf Präferenzinformationen ein möglichst vollständiges Ranking erstellen zu können. Dabei wird jede Region auch anhand der für jede andere Region jeweils optimalen Skalierungsvektoren beurteilt und über diese Ergebnisse der Durchschnitt gebildet. Ist der Skalierungsvektor der Referenzregion nicht eindeutig, wählt die betrachtete Region den Skalierungsvektor, der sie selbst am besten darstellt. Für den isolierten Vergleich einzelner Regionen untereinander generiert die spielbasierte Kreuzeffizienz hingegen keinen Mehrwert. Für eine Abwägung zwischen einzelnen Regionen sollte der Schwerpunkt auf den Erkenntnissen aus dem CCR-Modell liegen.

4 Berücksichtigung regional übergreifender Effekte

Die in dieser Arbeit verglichenen Landkreise und kreisfreien Städte sind historisch gewachsene Raumeinheiten, die hauptsächlich zu administrativen Zwecken gebildet wurden und spiegeln nur sehr begrenzt wirtschaftliche Zusammenhänge wider (Kosfeld und Werner, 2012, S.50). Trotzdem werden von den statistischen Bundesämtern und anderen Datenlieferanten wirtschaftliche Kennzahlen auf Basis dieser Abgrenzung ermittelt. Dies führt bei der Beurteilung einzelner Regionen zu mitunter starken Verzerrungen, was sich nachteilig auf die Aussagekraft eines Rankings auswirkt, das anhand dieser Kennzahlen erstellt wurde. Verzerrungen entstehen nach Eckey, Kosfeld und Türck (2006) immer dann, wenn Zahlen in Beziehung zueinander gesetzt werden, die sich nicht auf die gleiche regionale Einheit beziehen. Ein in diesem Zusammenhang oft genanntes Beispiel ist das regionale Bruttoinlandsprodukt pro Einwohner. Hier wird die wirtschaftliche Leistung, die in einer Raumordnungseinheit erbracht wird und dabei auch durch Ein- oder Auspendler beeinflusst wird, nur auf die tatsächlich ansässigen Einwohner aufgeteilt. Dies führt, wie Eckey, Kosfeld und Türck (2006) anmerken, zu einer Überschätzung der Produktivität in Regionen mit einem Überschuss an Einpendlern und zu einer zu niedrigen Einschätzung der Produktivität von Regionen mit mehr Aus- als Einpendlern.

Ein möglicher Weg, um diese Verzerrungen abzuschwächen, ist die Berücksichtigung funktionaler Arbeitsmarktregionen, die als Analyseeinheiten für den Zweck eines Regionenrankings besser geeignet erscheinen. Funktionale Arbeitsmarktregionen berücksichtigen Pendlerbewegungen, indem Landkreise und kreisfreie Städte mit untereinander engen Pendlerverknüpfungen zu einer Gebietseinheit zusammengefasst werden und mit nicht zugehörigen Landkreisen und kreisfreien Städten kaum Pendlerverknüpfungen aufweisen. Dementsprechend sollten sich ökonomische Aktivitäten hauptsächlich innerhalb und weniger zwischen den einzelnen funktionalen Arbeitsmarktregionen abspielen.

4.1 Datenanpassungen

In vorliegender Arbeit wird die Abgrenzung von Kosfeld und Werner (2012) verwendet, welche die 402 deutschen Kreise[17] in kreisscharfe regionale Arbeitsmarktregionen aufteilt. Mittels einer Faktorenanalyse[18] der Pendlerbeziehungen zwischen den Kreisen, werden diese zu 141 funktionalen Arbeitsmarktregionen zusammengefasst. Diese bestehen in den meisten Fällen aus einem wirtschaftlich geprägten Zentrum und dem dazugehörigen Umland. In Abschnitt C (siehe S. 329 ff.) findet sich eine Auflistung der Zusammenstellung aller funktionalen Arbeitsmarktregionen nach Kosfeld und Werner (2012). Abbildung 4.1 (siehe S. 155) zeigt die Aufteilung grafisch.

Anhand der funktionalen Arbeitsmarktregionen werden alle zur Erstellung des Rankings verwendeten Größen, die von den Pendlerbewegungen entscheidend beeinflusst werden, neu berechnet. Dies sind in diesem Fall folgende, als Vorteile nominierte Kriterien: das private Nachfragepotenzial (NPP) der Haushalte, die Urbanität (Urb), die Wissens-Spillover (Pub, $Stud$) und die Arbeitsverfügbarkeit (AL). Für diese Kriterien werden die Einzelwerte aller Regionen, aus denen sich eine Arbeitsmarktregion zusammensetzt, zusammengefasst und der Wert für die funktionale Arbeitsmarktregion berechnet, der anschließend für jede einzelne Region dieser funktionalen Arbeitsmarktregion verwendet wird. Das heißt, dass für alle Regionen, die zu einer funktionalen Arbeitsmarktregion gehören, die gleiche Ausstattung beim privaten Nachfragepotenzial der Haushalte, der Urbanität, den Wissens-Spillovern und der Arbeitsverfügbarkeit angenommen wird.

Im Gegensatz dazu scheint das Nachfragepotenzial der Wirtschaft (NPW) in einer Region unabhängig von den interregionalen Pendlerbewegungen zu sein. Jedoch scheint auch hier eine rein auf die Kreise beschränkte Betrachtung zu kurz zu fassen. Dies zeigte sich bereits in Abschnitt 1.2.5 (siehe S. 117), in dem eine Reihe empirischer Arbeiten den signifikanten Einfluss eines überregionalen Aggregats des Nachfragepotenzials der Wirtschaft, das als Marktpotenzial einer Region bezeichnet wird, auf das Ansiedlungsverhalten von Unternehmen nachweisen. Dies deckt sich mit der Einschätzung von Keeble, Owens und Thompson (1982, S. 420), welche die Ansicht vertreten, dass Regionen mit einem höheren Marktpotenzial gegenüber Regionen mit einem geringeren Marktpotenzial einen besseren Zugang zu ökonomischer Aktivität haben, was einen komparativen Vorteil hinsichtlich der ökonomischen Entwicklung einer Regionen darstellt.

[17] Kosfeld und Werner (2012) gehen noch von 403 Kreisen aus, da zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung der Landkreis Aachen und die kreisfreie Stadt Aachen noch nicht zur Städteregion Aachen zusammengelegt und somit jeweils eigenständige Kreise waren.

[18] Kosfeld und Werner (2012) verwenden eine schiefwinklige Faktorenanalyse mit Oblimin-Rotation.

Abbildung 4.1: Funktionale Regionen nach Kosfeld und Werner (2012)

Dementsprechend wird fortan das Nachfragepotenzial der Wirtschaft in einer Region mit einem überregionalen Marktpotenzial approximiert. Das Marktpotenzial einer Region wird anhand einer an der Methode von Harris (1954) orientierten und in der einfachen Form aus Hanson (2005, S. 3) entnommenen Funktion berechnet. Das Marktpotenzial einer Region MP_o setzt sich nach

$$MP_o = NPW_o + \sum_{j \neq o}^{n} NPW_j \cdot e^{-\frac{d_{oj}}{D}}$$

aus dem eigenen wirtschaftlichen Nachfragepotenial NPW_o einer Region zuzüglich der, anhand der Distanz d_{oj} zwischen dem geografischen Mittelpunkt der Region o und der Region j, gewichteten Summe der regionalen wirtschaftlichen Nachfragepotenziale NPW_j zusammen. D gilt als exogen vorgegebener Normierungsparameter, der im weiteren Verlauf so gewählt wird, dass bei einer Entfernung von dreißig Kilometern zwischen den Zentren zweier Kreise die Hälfte der Nachfrage des Kreises j in das Marktpotenzial des Kreises o einfließt. Obwohl sich ein Großteil der Arbeiten, die diesen Ansatz verwenden, zur Normierung der Distanz keine Aussage treffen und es hier somit keinen eindeutigen Anhaltspunkt für die Wahl von D in der Literatur gibt, scheint diese Wahl aus zwei Gründen gerechtfertigt: Zum einen untersucht Niebuhr (2000) die Reichweite distanzabhängiger Wachstumszusammenhänge und findet, dass diese nach siebzehn bis dreißig Kilometern um fünfzig Prozent nachlassen. Zum anderen berechnen Siedschlag, Zhang und Smith (2013) das wirtschaftliche Marktpotenzial einer Region aus dem regionalen Bruttoinlandsprodukt der Region selbst zuzüglich der Hälfte des regionalen Bruttoinlandsprodukts aller Anrainerlandkreise und finden für diesen Parameter einen signifikanten Einfluss auf das Ansiedlungsverhalten von Unternehmen. Da die geografischen Zentren zwischen Anrainern in Deutschland durchschnittlich 33 Kilometer voneinander entfernt sind, scheint dies die Wahl von D, sodass bei einer Distanz von dreißig Kilometern nur die Hälfte des Nachfragepotenzials eines Kreises miteinbezogen wird, ebenfalls berechtigt.

4.2 Deskriptive Statistik

Durch die, unter der Berücksichtigung der überregionalen Reichweite der Faktorausstattungen, durchgeführte Neuberechnung der Kriterien ergeben sich neue Verteilungen für alle zu maximierenden Vorteile. Diese werden in Abbildung 4.2 (siehe S. 157) und Tabelle 4.1 (siehe S. 158) beschrieben. Allgemein scheinen die Verteilungen der Vorteile weniger rechtsschief als zuvor. In allen Fällen haben die Lagemaße Median und arithmetisches

Mittel zugenommen.

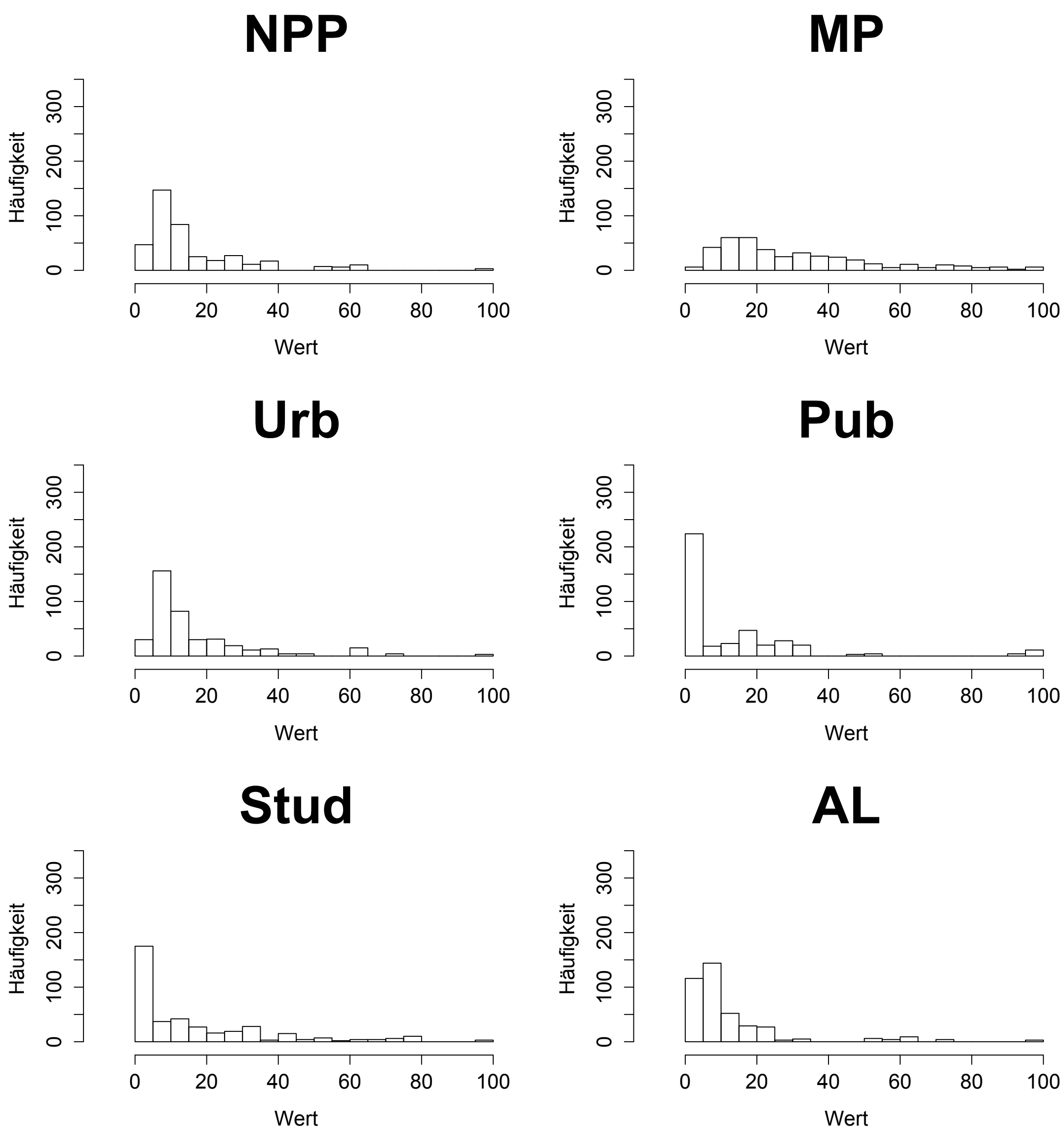


Abbildung 4.2: Verteilung der Vorteile unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Beim privaten Nachfragepotenzial bleiben die kreisfreien Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal mit 39.156 Euro verfügbarem Einkommen der privaten Haushalte pro Quadratkilometer die Spitzengruppe. Die aus den drei kreisfreien Städten bestehende Arbeitsmarktregion führt mit großem Abstand vor der Arbeitsmarktregion, die sich aus den kreisfreien Städten Düsseldorf, Krefeld, Mönchengladbach und den Landkreisen Mettman, Rhein-Kreis-Neuss und Viersen zusammensetzt und einen Wert von 24.400 Euro erreicht. Am schlechtesten schneiden die Landkreise Prignitz, Ostprignitz-Ruppin und

Uckermark ab, die jeweils eine eigene Arbeitsmarktregion bilden und Werte von weniger als 670 Euro pro Quadratkilometer erreichen.

NPP	
Minimum	1,65
1. Quantil	6,97
Median	10,31
Arith. Mittel	15,91
3. Quantil	19,12
Maximum	100,00
Standard Abw.	15,29

MP	
Minimum	1,37
1. Quantil	14,64
Median	23,86
Arith. Mittel	31,56
3. Quantil	41,85
Maximum	100,00
Standard Abw.	20,23

Urb	
Minimum	2,05
1. Quantil	7,12
Median	10,54
Arith. Mittel	16,58
3. Quantil	20,93
Maximum	100,00
Standard Abw.	15,82

Pub	
Minimum	0,00
1. Quantil	0,00
Median	0,17
Arith. Mittel	12,42
3. Quantil	18,03
Maximum	100,00
Standard Abw.	20,64

Stud	
Minimum	0,00
1. Quantil	1,87
Median	7,66
Arith. Mittel	16,99
3. Quantil	26,83
Maximum	100,00
Standard Abw.	21,04

AL	
Minimum	1,44
1. Quantil	4,71
Median	7,57
Arith. Mittel	12,92
3. Quantil	13,14
Maximum	100,00
Standard Abw.	15,48

Tabelle 4.1: Lage- und Streumaße der Vorteile unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Das anhand des Nachfragepotenzials der Wirtschaft errechnete Marktpotenzial einer Region ist im westfälischen Landkreis Mettmann am höchsten. Der Landkreis profitiert von seiner sehr vorteilhaften Lage mit den kreisfreien Städten Duisburg, Mühlheim an der Ruhr, Essen, Wuppertal, Solingen, Leverkusen und Köln als direkten Anrainern, sodass das Marktpotenzial einen Wert von 938.579 Euro erreicht. Es folgen in geringem Abstand die kreisfreien Städte Essen und Düsseldorf. Die Schlussgruppe bilden hauptsächlich ostdeutsche Landkreise, wie die Mecklenburgische Seenplatte, Vorpommern-Rügen und Vorpommern-Greifswald. Diese erreichen mit einem Wert von 26.122, 18.617 und 12.851 Euro jeweils nur einen Bruchteil der Spitzenreiter. Allgemein kann aber eine eher gleichmäßige Verteilung der Werte beobachtet werden, bei der sich, im Gegensatz zu den anderen Vorteilen, keine Gruppe vom restlichen Feld absetzen kann.

Während bei der Einzelbetrachtung die kreisfreie Stadt München die höchste Bevölkerungsdichte aufweist, führen bei der Berücksichtigung der Arbeitsmarktregionen die kreisfreien Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal mit 1.861 Einwohnern pro Quadratkilometer. Deren Arbeitsmarktregion führt mit großem Abstand vor der sich aus den Landkreisen und kreisfreien Städten Recklinghausen, Herne, Gelsenkirchen und Bochum zusammensetzenden Arbeitsmarktregion, die nur einen Wert von 1.337 Einwohnern pro Quadratkilometer erreicht. Die bevölkerungsschwächsten Arbeitsmarktregionen sind der Landkreis Prignitz und die Landkreise Lüchow-Dannenberg und Altmarkkreis Salzwedel mit jeweils unter vierzig Einwohnern pro Quadratkilometer.

Bei den Wissens-Spillovern zeichnet sich bei beiden Kriterien ($Stud$ und Pub) wie bereits bei der Einzelbetrachtung ein zweigeteiltes Bild. Insgesamt gibt es 195 Kreise, in deren Arbeitsmarktregion keine naturwissenschaftliche Forschung von Hochschulen veröffentlicht wird. Am anderen Ende der Verteilung bildet sich die Spitzengruppe um die Arbeitsmarktregionen mit München, die 2.810 Veröffentlichungen pro Jahr aufweist, und Berlin, die knapp dahinter 2.586 Veröffentlichungen pro Jahr erreicht, im Zentrum. Die bereits weit abgeschlagene Verfolgergruppe mit weniger als 1.550 Veröffentlichungen pro Jahr, besteht aus den Arbeitsmarktregionen um die kreisfreie Stadt Karlsruhe, mit den Landkreisen Karlsruhe und Rastatt sowie der kreisfreien Stadt Baden-Baden, und um die kreisfreie Stadt Heidelberg, mit den Landkreisen Bergstraße und Rhein-Neckar-Kreis. Bei den Studentenzahlen zeigt sich ein ähnlicher, wenn auch weniger gravierender Unterschied zwischen den beiden Enden der Verteilung. Hier gibt es lediglich 57 Landkreise, innerhalb deren Grenzen keine Studenten in den Naturwissenschaften ausgebildet werden. Die aus Dortmund, Unna und Hamm bestehende Arbeitsmarktregion schneidet in diesem Kriterium am stärksten ab und erhält somit den maximalen Wert von hundert auf der normierten Einheitsskala zugewiesen. Es folgen die vier Arbeitsmarktregionen um Wuppertal, Darmstadt, Bochum und Duisburg/Essen mit einer Punktzahl von über siebzig.

Bei der überregionalen Arbeitskräfteverfügbarkeit schneidet wiederum die Arbeitsmarktregion bestehend aus den kreisfreien Städten Wuppertal, Remscheid und Solingen am besten ab. Diese kann sich, mit 55 arbeitssuchenden Einwohnern pro Quadratkilometer, von ihrem Verfolger, der Arbeitsmarktregion bestehend aus Bochum, Gelsenkirchen, Recklinghausen und Herne, mit vierzig arbeitssuchenden Einwohnern pro Quadratkilometer, absetzen. Durchweg schneiden die städtisch geprägten Arbeitsmarktregionen hinsichtlich dieses Kriteriums besser ab als die eher ländlich geprägten Arbeitsmarktregionen. Den Schluss bilden die als Arbeitsmarktregion eigenständigen Landkreise Eifelkreis

Bitburg-Prüm, Donau-Ries und Vulkaneifel.

Während die realistischere Einschätzung der Perspektiven einer Region die Berücksichtigung der positiven Spillover durch die Anrainer erfordert, zeigen sich die zu minimierenden Nachteile durch überregionale Effekte unberührt. Die Nachteile werden entweder, wie in diesem Fall die Transportkosten, durch die geografische Lage und die Transport-Infrastruktur vor Ort beeinflusst und erfordern für eine Erhöhung der Validität eher eine weitere Unterteilung der Landkreise, oder aber hängen, wie die regionale Steuerbelastung, tatsächlich von den administrativen Grenzen ab. Bei den Nachteilen sind somit keine Anpassungen der Kriterien erforderlich, sodass die bereits in Abschnitt 3.1.2 (siehe S. 135) beschriebenen Daten verwendet werden.

Tabelle 4.2 zeigt wiederum die Korrelationen zwischen den Kriterien. Während es bei den Nachteilen keine Veränderung gibt, kommt es bei den Vorteilen, bedingt durch die Neuberechnung, zu Unterschieden. In der Einzelbetrachtung korrelierte das wirtschaftliche Nachfragepotenzial noch hoch mit der Urbanität und dem Nachfragepotenzial der privaten Haushalte. Nach der Neuberechnung ist der Zusammenhang zwischen dem Marktpotenzial und diesen beiden Größen weniger stark ausgeprägt. Allgemein sind die Korrelationswerte des überregionalen Marktpotenzials mit den übrigen zu maximierenden Vorteilen geringer, als dies noch bei dem regionsinternen wirtschaftlichen Nachfragepotenzial der Fall war.

	Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Tax	1	-0,36	-0,40	-0,42	0,47	0,42	0,51	0,02	0,44	0,52
AB	-0,36	1	0,56	0,45	-0,34	-0,39	-0,34	-0,19	-0,32	-0,31
Flug	-0,40	0,56	1	0,46	-0,45	-0,42	-0,45	-0,24	-0,41	-0,39
Bahn	-0,42	0,45	0,46	1	-0,30	-0,27	-0,31	-0,16	-0,35	-0,28
NPP	0,47	-0,34	-0,45	-0,30	1	0,76	0,99	0,35	0,79	0,93
MP	0,42	-0,39	-0,42	-0,27	0,76	1	0,74	0,14	0,62	0,62
Urb	0,51	-0,34	-0,45	-0,31	0,99	0,74	1	0,33	0,81	0,96
Pub	0,02	-0,19	-0,24	-0,16	0,35	0,14	0,33	1	0,54	0,28
Stud	0,44	-0,32	-0,41	-0,35	0,79	0,62	0,81	0,54	1	0,78
AL	0,52	-0,31	-0,39	-0,28	0,93	0,62	0,96	0,28	0,78	1

Tabelle 4.2: Pearson-Korrelation der verwendeten Kriterien unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Eine Verringerung ist in der Anzahl der sehr stark korrelierenden Kriterienpaare zu beobachten. Lediglich die Kriterien des Nachfragepotenzials der privaten Haushalte, die Verfügbarkeit von Arbeit und die Urbanität korrelieren nach wie vor sehr stark.

4.3 Ergebnisse

Die Berechnungen werden mithilfe der gleichen Software-Lösungen durchgeführt, die bereits in Abschnitt 3 (siehe S. 134 ff.) angewandt wurden. Die Abweichungen der Ergebnisse lassen sich vollständig auf die Reaktion zurückführen, die durch die Berücksichtigung der überregionalen Effekte hervorgerufen wurde.

4.3.1 Ergebnisse des CCR-Modells

Tabelle 4.3 (siehe S. 162) zeigt die werteffizienten Regionen und deren optimale Skalierungsfaktoren. Die vollständige alphabetische Übersicht aller Regionen befindet sich in Anhang B.2.1 (siehe S. 282).

Insgesamt werden durch das CCR-Modell 23 Regionen als werteffizient ausgewiesen. Hierunter sind 14 kreisfreie Städte und neun Landkreise. Offensichtlich profitiert das Umland der wirtschaftlichen Zentren von der Berücksichtigung der überregionalen Effekte, bei der Einzelbetrachtung war noch kein Landkreis unter den werteffizienten Regionen. Auffällig ist ebenfalls, dass mit dem Landkreis Dahme-Spreewald nun auch eine ostdeutsche Region werteffizient ist. Wie anhand der optimalen Skalierungsfaktoren zu erkennen ist, ist Dahme-Spreewald für Unternehmen interessant, die einen Standort mit geringer regionaler Steuerbelastung bei gleichzeitig hohen Wissens-Spillovern präferieren, während die restlichen Kriterien irrelevant für die Standortentscheidung sind. Für den Landkreis ist die Nähe zur kreisfreien Stadt Berlin und die damit verbundene Zugehörigkeit zur gleichen Arbeitsmarktregion entscheidend, da im Landkreis selbst keine veröffentlichte naturwissenschaftliche Forschung an Universitäten stattfindet. Der Landkreis bietet somit die gleichen Vorteile wie die Bundeshauptstadt, ist in der Steuerbelastung aber günstiger.

Die Liste der Regionen mit ihren jeweiligen Referenzsets befindet sich in Anhang B.2.2 (siehe S. 298). Hier dominiert der Landkreis Mettmann, der Bestandteil des Referenzsets von 271 Regionen ist, vor den Kreisstädten Wuppertal und Dahme-Spreewald, die sich jeweils im Referenzset von 140 bzw. 113 Regionen wiederfinden.

Regionen	**Typ**	**CCR**	**Skalierungsfaktoren**									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Berlin	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,001
Bochum	KS	1,000	0,010	0,000	0,002	0,006	0,000	0,006	0,000	0,004	0,004	0,000
Dahme-Spreewald	LK	1,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
Darmstadt	KS	1,000	0,012	0,000	0,002	0,004	0,000	0,007	0,000	0,004	0,005	0,000
Darmstadt-Dieburg	LK	1,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,009	0,000
Dortmund	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,000	0,000	0,008	0,000
Düsseldorf	KS	1,000	0,011	0,000	0,001	0,011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Essen	KS	1,000	0,010	0,000	0,003	0,004	0,000	0,007	0,000	0,000	0,005	0,000
Freising	LK	1,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Hamm	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
Heidelberg	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,011	0,000	0,006	0,000	0,000
Herne	KS	1,000	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,003	0,006	0,001
Ludwigshafen am Rhein	KS	1,000	0,014	0,000	0,001	0,014	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Main-Taunus-Kreis	LK	1,000	0,017	0,000	0,001	0,000	0,000	0,012	0,000	0,005	0,000	0,000
Mannheim	KS	1,000	0,008	0,000	0,045	0,011	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Mettmann	LK	1,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
München	KS	1,000	0,010	0,000	0,001	0,014	0,000	0,005	0,000	0,008	0,000	0,000
München	LK	1,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,009	0,000	0,000
Odenwaldkreis	LK	1,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,010	0,000
Remscheid	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Starnberg	LK	1,000	0,017	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000
Unna	LK	1,000	0,011	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,000
Wuppertal	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Erding	LK	0,992	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Mülheim an der Ruhr	KS	0,985	0,010	0,000	0,002	0,006	0,000	0,006	0,000	0,004	0,004	0,000

Tabelle 4.3: Aus dem CCR-Modell resultierende Werteffizienzen und Skalierungsfaktoren für die 25 werteffizientesten Regionen unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

4.3.2 Ergebnisse der spielbasierten Kreuzeffizienz

Die Tabellen 4.4 und 4.5 zeigen die jeweils ersten und letzten zehn Plätze des unter Berücksichtigung überregionaler Effekte und anhand der spielbasierten Kreuzeffizienz erstellten Rankings. Die Abbildung 4.3 zeigt das vollständige Ergebnis kartografisch. In tabellarischer Form findet es sich in Anhang B.2.3 (siehe S. 320).

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
1	Mettmann	LK	1,00000	0,90773	1,00000
2	München	LK	1,00000	0,66932	0,99211
3	Main-Taunus-Kreis	LK	1,00000	0,82585	0,98886
4	Wuppertal	KS	1,00000	0,84757	0,97551
5	Starnberg	LK	1,00000	0,59016	0,94206
6	Essen	KS	1,00000	0,80870	0,94111
7	Bergstraße	LK	0,97928	0,72276	0,93791
8	Remscheid	KS	1,00000	0,75664	0,93785
9	Düsseldorf	KS	1,00000	0,79283	0,93405
10	Solingen	KS	0,97065	0,76180	0,92278

Tabelle 4.4: Die zehn führenden Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Angeführt wird das Ranking von den drei Landkreisen Mettmann, München und Main-Taunus-Kreis. Erst danach folgt mit Wuppertal die erste Stadt. Insgesamt sind unter den zehn attraktivsten Regionen fünf Landkreise und fünf Städte. Allesamt sind westdeutsche Kreise. Auf Platz sieben findet sich mit dem Landkreis Bergstraße die erste im CCR-Modell nicht werteffiziente Region wieder. Die kreisfreie Stadt Hamm belegt Platz 46 und ist damit die am schlechtesten abschneidende, der im CCR-Modell werteffizienten Regionen.

Die erstplatzierte Region Mettmann profitiert hauptsächlich von der Lage inmitten dicht besiedelter und wirtschaftsstarker Regionen. So sind die Regionen Mühlheim an der Ruhr, Essen, Wuppertal, Solingen, Leverkusen, Köln, Düsseldorf und Duisburg direkte Anrainer. Gleichzeitig ist Mettmann selbst der am dichtesten bevölkerte Landkreis in Deutschland und hat eine im Vergleich zum Umland geringe steuerliche Belastung für Unternehmen.

Die bestplatzierte kreisfreie Stadt ist Wuppertal, das mit den kreisfreien Städten Solingen und Remscheid eine Arbeitsmarktregion bildet, die hinsichtlich des Nachfragepotenzials privater Haushalte, der Urbanität und der Arbeitsverfügbarkeit die besten Werte unter allen deutschen Arbeitsmarktregionen aufweisen. Sehr gut schneidet Wuppertal auch beim wirtschaftlichen Marktpotenzial ab und kann sich hier sowie bei der Steuerbelastung von Solingen und Remscheid positiv absetzen. Besonders interessant dürfte Wuppertal für Unternehmen sein, die auf der Suche nach der Kombination niedrige Steuerbelastung bei hohem Nachfragepotenzial der privaten Haushalte sind.

Platz	**Region**	**Typ**	**CCR**	**KE**	**SBKE**
393	Bautzen	LK	0,08489	0,04391	0,06512
394	Oberspreewald-Lausitz	LK	0,07249	0,05007	0,06431
395	Frankfurt (Oder)	KS	0,06787	0,04581	0,06224
396	Vorpommern-Greifswald	LK	0,07523	0,02748	0,05830
397	Prignitz	LK	0,06060	0,03972	0,05535
398	Ostprignitz-Ruppin	LK	0,06135	0,04012	0,05509
399	Görlitz	LK	0,08049	0,02752	0,04945
400	Vorpommern-Rügen	LK	0,07572	0,01992	0,04043
401	Uckermark	LK	0,04570	0,02497	0,03690
402	Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,05197	0,02296	0,03638

Tabelle 4.5: Die zehn schwächsten Regionen - spielbasierte Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Die zehn am schlechtesten abschneidenden Regionen sind durchgehend ostdeutsche und meist dünn besiedelte Landkreise. Zusätzlich sind alle kreisfreien Städte auf den letzten zwanzig Plätzen aus dem Gebiet der neuen Bundesländer, mit Frankfurt (Oder), Cottbus, Schwerin und Dessau-Roßlau. Sowohl das Referenzset von Frankfurt (Oder) als auch von Schwerin besteht nur aus der kreisfreien Stadt Wuppertal, die diese somit direkt dominiert. Das bedeutet, dass Unternehmen, die diese beiden ostdeutschen Städte noch am relativ attraktivsten finden, immer Wuppertal vorziehen würden.

Wie aus der Ergebnisliste entnommen werden kann, reicht in diesem Fall die Diskriminierungsmacht der spielbasierten Kreuzeffizienz aus, sodass es sich bei dem Ranking um eine totale Ordnung ohne Gleichstände handelt.

4.4 Vergleich der Ergebnisse zur Einzelbetrachtung

Im folgenden Abschnitt soll auf die Unterschiede der Ergebnisse zwischen dem Ranking, das anhand der Einzelbetrachtung der Regionen erstellt wurde, und dem Ranking, das unter Berücksichtigung überregionaler Effekte erstellt wurde, eingegangen werden. Denn mit einer Rangkorrelation von lediglich $0,57$ gibt es zwischen den erstellten Rankings offenbar erheblichen Dissens hinsichtlich der wirtschaftlichen Perspektive der einzelnen Regionen.

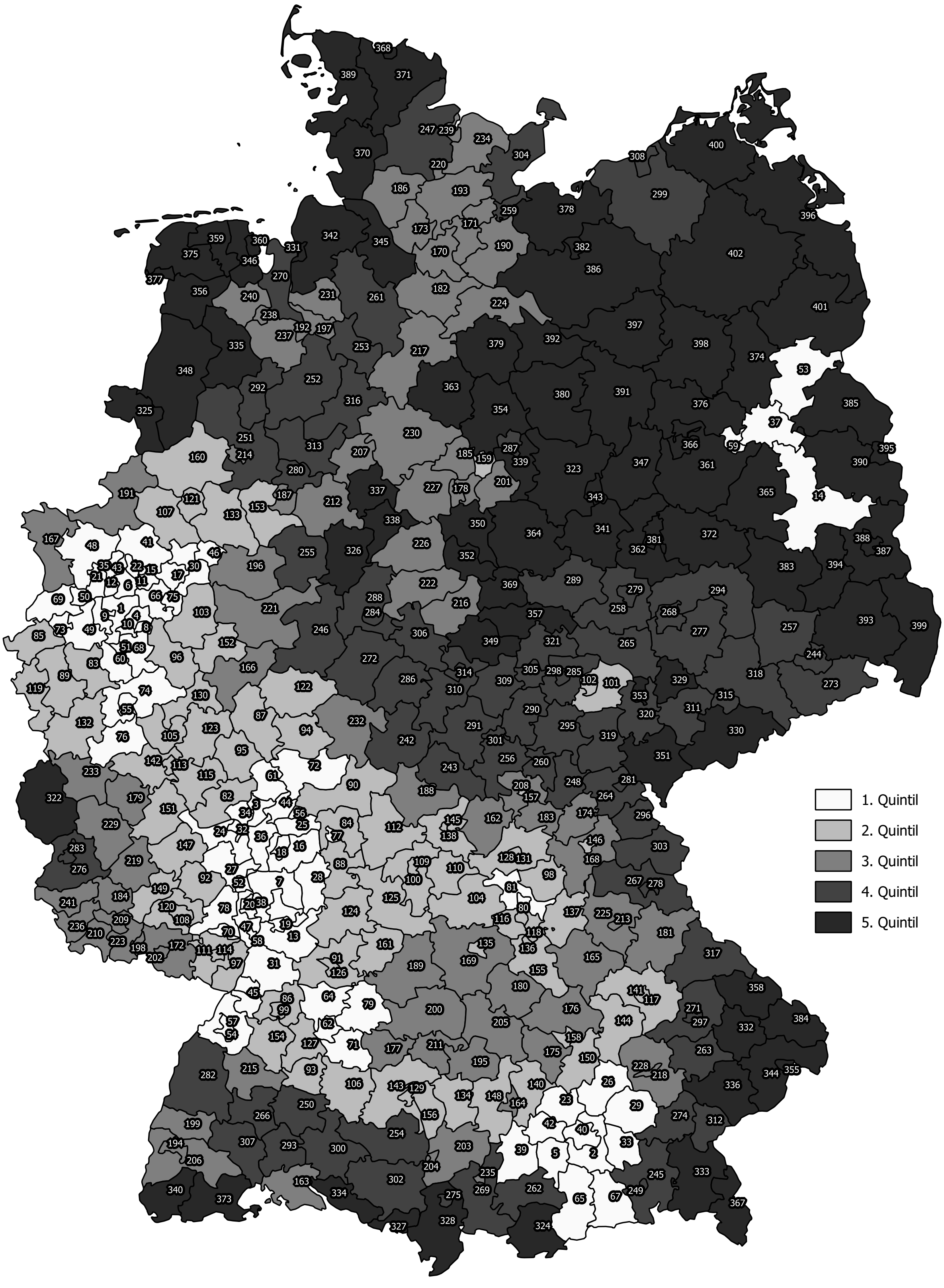


Abbildung 4.3: Ergebnis der spielbasierten Kreuzeffizienz unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

Tabelle 4.6 zeigt die zehn Landkreise, die durch die Berücksichtigung der überregionalen Effekte am meisten Plätze gewonnen haben.

		Platzierung		
Region	**Typ**	**Standard**	**FAR & MP**	**Differenz**
Dahme-Spreewald	LK	323	14	309 ↑
Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	LK	377	104	273 ↑
Barnim	LK	292	53	239 ↑
Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	302	65	237 ↑
Miesbach	LK	299	67	232 ↑
Main-Spessart	LK	344	112	232 ↑
Saale-Holzland-Kreis	LK	326	101	225 ↑
Odenwaldkreis	LK	244	28	216 ↑
Donnersbergkreis	LK	305	92	213 ↑
Main-Tauber-Kreis	LK	330	125	205 ↑

Tabelle 4.6: Regionen mit den höchsten Zugewinnen in der Platzierung

Unter den zehn Regionen, die sich in ihrer Platzierung am meisten verbessert haben, befinden sich nur Landkreise und keine einzige kreisfreie Stadt. Bei näherer Betrachtung wird klar, dass jeder der hier aufgeführten Landkreise an mindestens ein sehr wirtschaftlich geprägtes Zentrum angrenzt. Im Fall der Landkreise Dahme-Spreewald und Barnim ist das Berlin. Bei den Landkreisen Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim, Main-Spessart und Main-Tauber-Kreis ist das Zentrum Würzburg und bei Bad Tölz-Wolfratshausen und Miesbach ist die kreisfreie Stadt München das benachbarte Zentrum. Offensichtlich profitieren diese Regionen von den wirtschaftlichen Zentren, indem sie durch die engen Pendlerverknüpfungen deren Faktorausstattungen und das wirtschaftliche Nachfragepotenzial der Zentren in der Nähe mit nutzen, zeitgleich jedoch eine geringere regionale Steuerbelastung für Unternehmen aufweisen.

Diese Konstellation kann am Beispiel der Region, die sich im Vergleich zur Einzelbetrachtung am meisten verbessert hat, dem Landkreis Dahme-Spreewald, und dem dazugehörigen wirtschaftlichen Zentrum, der kreisfreien Stadt Berlin, gezeigt werden. Wie in Abbildung 4.4[19] zu sehen ist, ist das Profil der Regionen bei den Vorteilen nahezu identisch. Das liegt daran, dass beide Landkreise zu derselben Arbeitsmarktregion gehören. Dementsprechend unterscheiden sie sich innerhalb der Vorteile lediglich bei dem für jede Region individuell berechneten Marktpotenzial. Allerdings fällt selbst hier der Unterschied nicht gravierend aus. Die Disparität der beiden Regionen wird hauptsächlich

[19] Der jeweilige Nullpunkt der Graphen gibt das realisierte Minimum, der durchgezogene Kreis das arithmetische Mittel und der jeweils äußerste gestrichelte Kreis das von einer Region im Datensatz realisierte Maximum eines Kriteriums wieder.

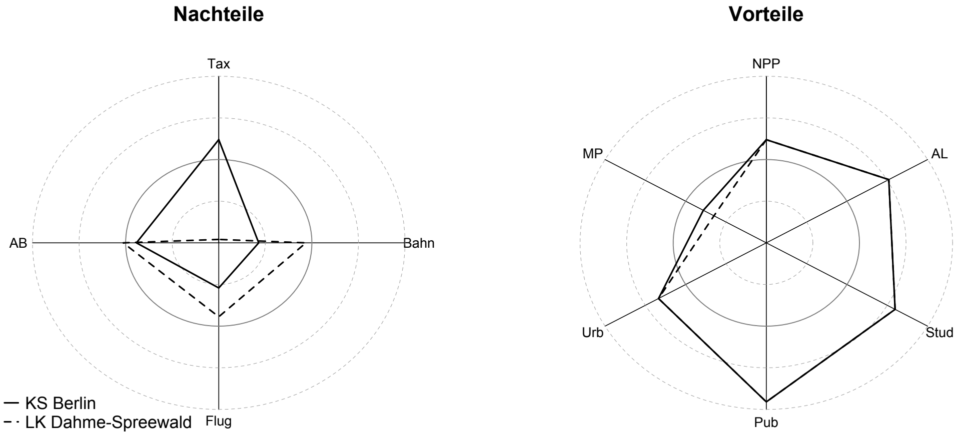


Abbildung 4.4: Profilvergleich der kreisfreien Stadt Berlin und des Landkreises Barnim

innerhalb der Nachteile begründet. Bei der Transportinfrastruktur ist die Bundeshauptstadt in allen Kategorien besser aufgestellt als der Landkreis.

So liegt die regionale Steuerbelastung in der kreisfreien Stadt Berlin leicht über dem deutschen Bundesschnitt, während diese im Landkreis Dahme-Spreewald bundesweit am geringsten ist. Somit bietet der Landkreis Dahme-Spreewald für Unternehmen, die nicht in hohem Maß auf die Transportinfrastruktur vor Ort angewiesen sind, nahezu die gleichen Vorteile wie die kreisfreie Stadt Berlin, wobei die steuerliche Belastung wesentlich niedriger ausfällt.

Tabelle 4.7 zeigt die zehn Regionen, die durch die Berücksichtigung der überregionalen Effekte am meisten Plätze eingebüßt haben. Hier finden sich uneingeschränkt Regionen vom Typ der kreisfreien Städte wieder. Es verlieren insbesondere diejenigen Städte, deren direkte und indirekte Anrainer durch ihre geringe Faktorausstattung nur wenig zur Attraktivität der Arbeitsmarktregion beitragen können. Auf dieser Liste finden sich somit hauptsächlich Regionen mit einem wirtschaftlich schwachen Umland.

Auch von den jetzt im Ranking führenden zehn Regionen profitieren nahezu alle von der Berücksichtigung der überregionalen Effekte. Die bestplatzierte Region Mettmann war in der Einzelbetrachtung auf Platz 54, der zweitplatzierte Landkreis München auf Platz 92 und der drittplatzierte Main-Taunus-Kreis auf Platz 48. Die vorherigen Sieger, meist wirtschaftliche Zentren, hingegen fallen ab. Die kreisfreien Städte Berlin und München verlieren 36 bzw. 39 Plätze. Die kreisfreie Stadt Stuttgart fällt sogar von Platz 3 auf 62 zurück.

		Platzierung		
Region	**Typ**	**Standard**	**FAR & MP**	**Differenz**
Flensburg	KS	39	368	329 ↓
Schwerin	KS	105	382	277 ↓
Cottbus	KS	113	388	275 ↓
Bremerhaven	KS	60	331	271 ↓
Passau	KS	89	355	266 ↓
Magdeburg	KS	77	343	266 ↓
Frankfurt (Oder)	KS	133	395	262 ↓
Wilhelmshaven	KS	104	360	256 ↓
Emden	KS	127	377	250 ↓
Kassel	KS	36	284	248 ↓

Tabelle 4.7: Regionen mit den höchsten Verlusten in der Platzierung

Obwohl die Zentren durch die Berücksichtigung der Pendlerbewegungen zumindest einen Teil der Faktorausstattung, der ihnen bei der Verwendung der administrativen Grenzen noch alleine zugesprochen wurde, jetzt mit dem Umland teilen müssen, liegt die Verschlechterung dieser Regionen weniger an der absoluten Verschlechterung ihres eigenen Profils. Vielmehr weist das Umland jetzt meist ähnliche Vorteile wie die Zentren auf und bietet den Unternehmen gleichzeitig eine wesentlich geringere Steuerbelastung.

Entsprechend lässt sich folgendes Fazit ziehen: Die allgemeine Tendenz der Auswirkungen ist, dass, durch die Durchmischung der Werte, die Landkreise gewinnen, die sich im Umland eines wirtschaftlichen Zentrums befinden, da sie von diesen profitieren, während kreisfreie Städte verlieren, insbesondere wenn sie von einem schwächeren Umland umgeben sind. Das bedeutet auch, dass Beharren auf die Verwendung der administrativen Grenzen zur Abgrenzung wirtschaftlicher Kennzahlen und der damit einhergehenden Annahme, dass Regionen Inseln mit undurchlässigen Kreisgrenzen sind, zu erheblichen Verzerrungen zugunsten der wirtschaftlichen Zentren führt. Das heißt, dass übliche Rankings die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten von kreisfreien Städten überschätzen und die des Umlands von Zentren, meist sind dies die Landkreise, unterschätzen.

4.5 Sensitivitätsanalyse

Die Tabellen 4.8 bis 4.10 zeigen das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse. Insgesamt weist das Ranking wieder eine hohe Stabilität gegenüber den meisten Manipulationen auf. Da in Abschnitt 3.4 (siehe S. 146) bereits ausführlich auf die Wirkungswege und -richtungen der Veränderungen mit den größten Auswirkungen eingegangen wurde, soll an dieser Stelle nur eine kurze Diskussion erfolgen.

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Ohne KS Bielefeld	1,00000
Ohne LK Mettmann	0,99686
Nur kreisfreie Städte	0,99810
Nur Landkreise	0,99580

Tabelle 4.8: Modifikation des Sets aller Alternativen

Das Ranking zeigt sich wieder sehr stabil gegenüber Veränderungen im Set der berücksichtigten Regionen. Unabhängig von der vorgenommenen Veränderung sind nahezu keine Veränderungen in der resultierenden Rangfolge zu beobachten.

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Tax	0,86611
AB	0,99970
Flug	0,99910
Bahn	0,99792
MP	0,82879
NPP	0,99997
Urb	0,99995
Stud	0,99456
Pub	0,98310
AL	0,99993

Tabelle 4.9: Weglassen einzelner Kriterien

Wie in Tabelle 4.9 zu sehen ist, hat das Streichen einzelner Kriterien in den meisten Fällen keine nennenswerten Auswirkungen auf die resultierende Rangfolge. Ausnahmen bilden die regionale Steuerbelastung und das wirtschaftliche Marktpotenzial einer Region. Die gestiegene Relevanz der regionalen Steuerbelastung wurde bereits in Abschnitt 4.4 (siehe S. 164 ff.) diskutiert und lässt sich auch in den Ergebnislisten der durch die DEA gewählten Skalierungsfaktoren nachvollziehen. Das Ausklammern des wirtschaftlichen Marktpotenzials zieht jetzt ebenfalls eine größere Veränderung im Ranking nach sich, als dies noch bei der Verwendung des regionsinternen Nachfragepotenzials der Fall gewesen ist. Die Ursache liegt in dem Umstand, dass das überregionale wirtschaftliche Marktpotenzial einer Region der einzig verbleibende Vorteil ist, in dem sich die Regionen einer Arbeitsmarktregion noch voneinander unterscheiden. Auch hier lässt sich die Bedeutung des Kriteriums anhand der optimalen Skalierungsfaktoren nachvollziehen. Ferner ist die Verteilung des wirtschaftlichen Marktpotenzials und auch der regionalen Steuerbelastung derart, dass der jeweilige Abstand zwischen dem Spitzenreiter und dem Gros der übrigen Regionen in einem Kriterium vergleichsweise kleiner ist, als dies bei den restlichen Kriterien der Fall ist. Dies ermöglicht den wertineffizienten Regionen eine höhere Werteffizienz, als wenn diese sich dem Vergleich mit dem jeweiligen Spitzenreiter in den anderen Kriterien stellen würden.

Modifikation	**Spearman Rangkorrelation**
Stud als Nachteil	0,99574
Urb als Nachteil	0,99993
Flug als Vorteil	0,60031
Bahn als Vorteil	0,44859
AB als Vorteil	0,52372

Tabelle 4.10: Wechsel einzelner Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen

Ein Wechsel der einzelnen Kriterien zwischen Vor- und Nachteilen führt wiederum zu den bereits in Abschnitt 3.4 (siehe S. 146) diskutierten teils starken Veränderungen. Erneut zeigt sich, dass das einfache Bilden eines Gegenwerts und die damit unweigerlich verbundene künstliche Verschiebung des natürlichen Nullpunkts der jeweiligen Kriteriumsskala zu einer nicht unerheblichen Veränderung der Rangfolge führen können.

Relativ unempfindlich hingegen zeigt sich das Ranking bei Veränderung der angenommenen Reichweite überregionaler Nachfrageeffekte. Wird anstatt eines Halbwertsradius von dreißig Kilometern angenommen, dass das wirtschaftliche Nachfragepotenzial bereits nach zwanzig Kilometern um die Hälfte abnimmt, dann führt dies zu einer Rangkorrelation von $0,9638$. Eine Vergrößerung des Halbwertsradius auf vierzig Kilometer hat mit einer Rangkorrelation von 0.98412 einen noch geringeren Effekt auf die resultierende Rangfolge.

5 Detailbetrachtung für die kreisfreie Stadt Augsburg

In diesem Abschnitt erfolgt eine Detailbetrachtung der kreisfreien Stadt Augsburg. Sie soll exemplarisch zeigen, welche Aussagen sich anhand der in vorliegender Arbeit erfolgten Recherche und den ausgeführten Berechnungen über die Perspektive einer Region im regionalen Standortwettbewerb treffen lassen. Hierbei wird im Wesentlichen auf die Ergebnisse des CCR-Modells unter Berücksichtigung überregionaler Effekte zurückgegriffen. Die Resultate der spielbasierten Kreuzeffizienz beschränken sich auf die komparative Betrachtung aller Regionen gleichzeitig und liefern für die Beurteilung einer einzelnen spezifischen Region keinen Mehrwert.

Wird das Abschneiden der kreisfreien Stadt Augsburg jeweils gesondert für die einzelnen Kriterien betrachtet, dann ist die Region hinsichtlich der gebotenen Vorteile offensichtlich eine durchschnittliche deutsche Region, die bei den Nachteilen, mit Ausnahme der Erreichbarkeit von EC/IC/ICE-Bahnhöfen, unterdurchschnittlich abschneidet. Insbesondere die steuerliche Belastung für Unternehmen ist im bundesweiten Vergleich überdurchschnittlich hoch. Dies gilt sowohl relativ zum Durchschnitt über alle Regionen als auch im Vergleich zu allen anderen kreisfreien Städten. Tabelle 5.1 gibt das Profil der KS Augsburg wieder.

In der eingehenden Untersuchung der Werte der kreisfreien Stadt Augsburg im bundesweiten Vergleich finden sich mit den kreisfreien Städten Darmstadt und Heidelberg zwei Städte, die in jedem Kriterium einen besseren Wert erzielen als die kreisfreie Stadt Augsburg. Beide Städte dominieren die kreisfreie Stadt Augsburg als Standortalternative somit direkt.

Dementsprechend handelt es sich bei der Region auch um keine im CCR-Modell werteffiziente Region. Die kreisfreie Stadt Augsburg erlangt lediglich eine Werteffizienz von $0,4$. Dieser Wert wird anhand einer Wertfunktion erreicht, in welcher die steuerliche Belastung und die benötigte durchschnittliche PKW-Fahrzeit zum nächstgelegenen IC/EC/I-

Kriterium	KS Augsburg Platzierung	KS Augsburg Wert	Durchschnitt
Nachteile			
Tax	344	83,65	72,22
AB	224	19,05	21,78
Flug	283	52,63	41,66
Bahn	58	3,23	36,35
Vorteile			
NPP	122	16,85	15,91
MP	132	35,77	31,56
Urb	119	17,1	16,58
Pub	166	9,15	12,42
Stud	119	21,64	16,99
AL	140	10,24	12,92

Tabelle 5.1: Profil der kreisfreien Stadt Augsburg

CE-Bahnhof als Nachteile und das wirtschaftliche Marktpotenzial sowie die naturwissenschaftliche Forschung als Vorteile einbezogen werden. Für Unternehmen, die eine derartige Wertfunktion aufweisen, ist die Region somit im Vergleich noch am attraktivsten, obwohl sie auch in dieser nicht nur von den kreisfreien Städten Darmstadt und Heidelberg, sondern auch von Würzburg, Erlangen und Stuttgart übertroffen wird.

Dem Ergebnis des CCR-Modells nach müsste sowohl die steuerliche Belastung durch die Gewerbesteuer für Unternehmen als auch die durchschnittliche Reisezeit aus dem Gebiet der Kreisstadt zum nächstgelegenen IC/EC/ICE-Bahnhof stark reduziert werden, um bei ansonsten gleichbleibenden Vorteilen, ein für Unternehmen werteffizientes Verhältnis von Vor- zu Nachteilen bieten zu können. Eine alternative Möglichkeit wäre auf der Seite der Vorteile die naturwissenschaftliche Forschung stark auszuweiten, um zum effizienten Rand aufzuschließen. Dass es Regionen gibt, die solch ein besseres Verhältnis anbieten können, zeigt sich im Referenzset der kreisfreien Stadt Augsburg.

Das Referenzset, mit dem sich diese Werte für Augsburg berechnen, besteht aus den kreisfreien Städten Wuppertal und Heidelberg sowie dem Landkreis Mettmann. Abbildung 5.1 ermöglicht einen Profilvergleich der kreisfreien Stadt Augsburg mit den Regionen aus dem Referenzset.

Wiederum ist zu erkennen, dass Heidelberg die kreisfreie Stadt Augsburg sowohl bei den zu maximierenden als auch bei den zu minimierenden Kriterien direkt dominiert. Bei den Vorteilen wird Augsburg sogar von allen Regionen des Referenzsets dominiert. Insbesondere die kreisfreie Stadt Wuppertal hat hier maßgeblich attraktivere Werte. Bei den Nachteilen zeichnet sich das Bild weniger deutlich ab. Im Gegensatz zu Heidelberg können weder Wuppertal noch Mettmann die kreisfreie Stadt Augsburg bei den Nachteilen dominieren. Wuppertal weist einen im Vergleich schlechteren Wert bei der Steuerbelastung auf und im Landkreis Mettmann wird eine durchschnittlich höhere Reisezeit zum nächsten IC/EC/ICE-Bahnhof als in Augsburg benötigt.

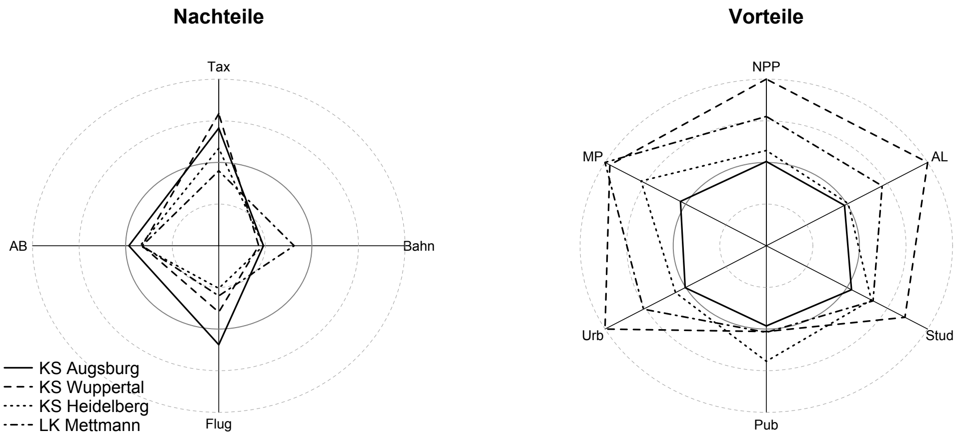


Abbildung 5.1: Profilvergleich der kreisfreien Stadt Augsburg mit den Landkreisen und kreisfreien Städten ihres Referenzsets

Im Gesamtranking belegt die Kreisstadt Augsburg insgesamt Platz 164 und verpasst damit knapp eine Platzierung im oberen Drittel. Die kreisfreie Stadt Augsburg fällt somit auch hinter das eigene Umland, die Landkreise Landsberg am Lech (39.), Aichach-Friedberg (140.) und auch den Landkreis Augsburg (148.) zurück.

6 Fazit

Auf den vorangegangenen Seiten wurde gezeigt, wie ein Ranking, das die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten von Regionen abbilden soll, auch ohne den Rückgriff auf subjektive Annahmen erstellt werden kann. Dazu wurde das Standortauswahlproblem der Unternehmen als Basis für das Ranking verwendet. Der dahinterstehende Gedanke ist, dass nur solche Regionen eine gute wirtschaftliche Zukunftsaussicht aufweisen, die Unternehmen im regionalen Standortwettbewerb für sich gewinnen und an sich binden können. Da die benötigten Wertsysteme der Unternehmen nicht bekannt sind und es das formulierte Ziel dieser Arbeit ist, mit einem Minimum subjektiver Annahmen hinsichtlich der Präferenzen der Unternehmen auszukommen, wurde mit der DEA ein Verfahren für die Erstellung des Rankings gewählt, das im Umfeld von Regionenrankings noch nicht verwendet wurde und im Vergleich zu den üblichen Rankingverfahren wesentliche Vorteile bietet. So ermöglicht die DEA das Erstellen eines Rankings auch ohne die Kenntnis der relativen Bedeutung der einzelnen Kriterien für Unternehmen, da die fehlenden Informationen durch die für eine Region jeweils besten Informationen ersetzt werden. Benötigt werden lediglich Annahmen über die allgemeine Form der Wertsysteme und das Set der relevanten Kriterien. Letztere können aus wissenschaftlichen Quellen und Umfragen abgeleitet und anhand von wirtschaftlichen Kennzahlen aus verschiedenen Quellen approximiert werden.

Ein weiterer Vorteil des angewandten Verfahrens ist, dass dieses nicht davon ausgeht, dass die Standortwahl in der Gruppe aller Unternehmen gemeinsam stattfindet, wie es implizit in anderen Rankings angenommen wird, wenn die Rangfolge nach einer einzigen aggregierten Präferenz gebildet wird. Vielmehr entscheiden Unternehmen eigenständig, entsprechend ihres individuellen Wertsystems. Diese Heterogenität wird im gewählten Verfahren berücksichtigt.

Zusätzlich wurde gezeigt, dass die Verwendung wirtschaftlicher Kennzahlen für die Approximation des Erreichungsgrades der Unternehmensziele zu starken Verzerrungen führt, wenn diese anhand administrativer Grenzen bestimmt werden, welche die wirtschaftliche Realität nicht abbilden. Es wurde zudem dargestellt, wie sich bei der Berücksichtigung überregionaler Pendlerbewegungen die Ergebnisse des Rankings gegenüber der Einzelbetrachtung stark verändern. Während in der Einzelbetrachtung die wirtschaftlichen Zentren bedingt durch die starken Pendlereingänge dominieren, führt deren wirtschaftliches Umfeld das Ranking bei Berücksichtigung der überregionalen Zusammenhänge an.

Das Ergebnis ist ein vollständiges Ranking aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte, das sich von bisherigen Regionenrankings abgrenzt, indem es ein wesentlich objektiveres Verfahren verwendet und die wirtschaftliche Realität durch die Berücksichtigung der Einzelentscheidungen der Unternehmen und der überregionalen wirtschaftlichen Zusammenhänge abbildet.

Allerdings besteht noch potenzial für weitere Verbesserungen. So wird in dem Ranking bei der Berechnung der Kriterien implizit angenommen, dass keine wirtschaftlichen Zusammenhänge über die Staatsgrenzen hinaus bestehen. Bei der Berechnung des überregionalen Marktpotenzials einer Region wird damit nur das Nachfragepotenzial deutscher Anrainerkreise berücksichtigt. Dies führt zu Verzerrungen zum Nachteil von Grenzregionen. Zudem kann das aufgezeigte Ranking nicht das vollständige Entscheidungskalkül der nicht näher bekannten Unternehmen abdecken. Jede Standortwahl wird aus einer subjektiven Perspektive der Unternehmen entschieden, deren Umfang in einem allgemeinen Ranking nicht abzubilden ist. So hängt eine Standortentscheidung von mehr Umständen ab, als dies die verwendeten Kriterien widerspiegeln können. Beispielsweise spielt der Ort bereits bestehender Betriebsstätten oder die Herkunft der Unternehmer bei vielen Standortentscheidungen eine entscheidende Rolle. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass eine hohe Attraktivität in den berücksichtigten Kriterien auch mit einer besseren Perspektive eines Standorts im regionalen Standortwettbewerb einhergeht. Die Aussage des Rankings bleibt bestehen, solange nicht nur von der Präferenzunabhängigkeit zwischen den betrachteten Kriterien, sondern auch zwischen betrachteten und nicht betrachteten Eigenschaften ausgegangen werden kann. Dadurch bleibt die Aussage des Rankings auch im Fall der Unvollständigkeit der einbezogenen Kriterien erhalten.

Weiterhin sagt das Ranking aus, dass insbesondere solche Regionen gute wirtschaftliche Zukunftsaussichten aufweisen, die das Umland von mindestens einem starken wirtschaftlichen Zentrum bilden. Unter den fünf besten Platzierungen finden sich dementsprechend mit den Landkreisen Mettmann, München, Main-Taunus-Kreis und Starnberg sowie der kreisfreien Stadt Wuppertal nur Regionen, die besonders von ihrem starken Umfeld profitieren, während sie gleichzeitig durch eine geringere regionale Steuerbelastung einen vergleichsweise günstigen Standort für Unternehmen bieten. Die Regionen Mettmann und Wuppertal liegen inmitten einer Vielzahl von wirtschaftlichen Ballungsgebieten in Nordrhein-Westfalen. Die Landkreise München und Starnberg profitieren von der Stärke der Landeshauptstadt München. Der Main-Taunus-Kreis liegt zwischen den Zentren

Frankfurt am Main, Darmstadt und Mainz. Auf den hinteren Plätzen hingegen finden sich durchgängig strukturschwache Landkreise im Gebiet der neuen Bundesländer, in deren Umfeld sich keine nennenswerten wirtschaftlichen Zentren befinden. Eine Ausnahme bildet die kreisfreie Stadt Frankfurt (Oder), als einzige kreisfreie Stadt unter den letzten zehn Kreisen.

Teil V

Ranking der Regionen im Umkreis von Augsburg als Standort aus Sicht des Wirtschaftszweigs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen

Bislang wurde ein Vorschlag zur Lösung eines Rankingproblems unterbreitet, der auch bei unbekannten Präferenzinformationen zu einem eindeutigen Ergebnis kommt. Dass die DEA nicht nur bei vollkommener Unkenntnis von Präferenzinformationen hilfreich ist, sondern bei Entscheidungsproblemen solange einen Mehrwert bietet, wie das tatsächliche Wertsystem nicht bekannt ist, soll der folgende Teil der Arbeit zeigen. In diesem wird demonstriert, wie das vorgeschlagene Verfahren für Unternehmen aus einem ausgesuchten Wirtschaftszweig angepasst werden kann. Für dieses Ziel sind drei Adaptionen notwendig. Erstens muss das Set der zu berücksichtigenden Alternativen an die Fragestellung angepasst werden. Dies ist insbesondere bei der Verwendung der DEA wesentlich, da deren Ergebnisse sehr von dem verwendeten Datensatz getrieben sind. Zweitens müssen die berücksichtigten Kriterien, sprich die berücksichtigten Standortfaktoren, an den Unternehmenszweck der Unternehmen aus dem ausgewählten Wirtschaftsbereich angepasst werden. Hier spielt es eine entscheidende Rolle zu identifizieren, welche standortspezifischen Ausstattungen den Unternehmenszweck besonders beeinflussen und welche für diesen eher nebensächlich sind. Drittens muss eine Methode gewählt oder entwickelt werden, welche die aus dem Wirtschaftsbereich zu erhebenden Präferenzinformationen bei der Aggregation der einzelnen Kriterien berücksichtigt und deren Ergebnis den erwünschten Informationsgehalt aufweist. In diesem Fall ist das Ziel die eindeutige Empfehlung einer einzelnen Standortalternative.

Der Umgang mit der Problemstellung soll am Beispiel eines Unternehmens aus dem Wirtschaftsbereich der Produktion von Hochleistungswerkstoffen dargestellt werden, das auf der Suche nach einem Standort im Umkreis der kreisfreien Stadt Augsburg ist. Dementsprechend werden alle Landkreise, deren geografisches Zentrum nicht weiter als achtzig Kilometer vom geografischen Zentrum der kreisfreien Stadt Augsburg entfernt ist, in das Set der zu berücksichtigenden Alternativen aufgenommen.

Wird ein Auswahlproblem anhand des im Folgenden vorgeschlagenen Verfahrens gelöst, können die Ergebnisse für Unternehmen aus dem ausgewähltem Wirtschaftsbereich als Handlungsempfehlung gesehen werden. Zusätzlich können die Regionen selbst einen Eindruck davon gewinnen, wie sie im regionalen Wettbewerb um Ansiedlungen aus dem ausgewählten Wirtschaftsbereich abschneiden. Letzteres sollte für die Regionen aus mehreren Gründen von hoher Relevanz sein: eine Aussage der Neuen Ökonomischen Geografie ist, dass besonders in den frühen Entwicklungsphasen eines aufstrebenden Wirtschaftsbereichs bereits geringe räumliche Konzentrationen zur Bildung einer Kernregion und der damit verbundenen weiteren Ansiedlung von Unternehmen ausreichen. Außerdem zeigen Arbeiten wie Hackler (2003) und Barkley, Dahlgran und Smith (1988), dass in Hightech-Wirtschaftsbereichen im Durchschnitt höhere Löhne gezahlt und höhere Wachstumsraten erreicht werden als in Unternehmen aus nicht Hightech-Wirtschaftsbereichen.

Der Aufbau des Abschnitts ist wie folgt: Zuerst werden Vorüberlegungen zur Methode getroffen, indem ein Set zu berücksichtigender Kriterien auf Basis der Literatur begründet und ein Überblick zur Anwendung der DEA bei ähnlichen Problemstellungen gegeben wird. Anschließend wird gezeigt, welche Daten für die Profile der berücksichtigten Regionen verwendet werden und wie die Präferenzinformationen aus dem ausgewählten Wirtschaftsbereich erhoben und in das Verfahren integriert werden können. Dem folgen Berechnung und Diskussion der Ergebnisse des Verfahrens sowie eine Sensitivitätsanalyse.

1 Vorüberlegungen zur Methode

In diesem Abschnitt wird die Literatur auf Hinweise für die Relevanz einzelner Standortfaktoren für Unternehmen aus dem Bereich der Produktion und Verarbeitung von Hochleistungswerkstoffen überprüft und daraus ein Set zu berücksichtigender Kriterien abgeleitet. Anschließend wird ein Überlick gegeben, wie in der Literatur bereits an ähnliche Problemstellungen mithilfe der DEA herangegangen wurde.

1.1 Set der zu berücksichtigenden Kriterien

In der Literatur lassen sich nur begrenzt Anhaltspunkte für die zu berücksichtigenden Standortfaktoren für einen ausgewählten Wirtschaftszweig finden. Auf einzelne Wirtschaftszweige fokussierte Arbeiten existieren mit Cader, Crespi und Leatherman (2013) zum Bereich der IT und mit Goetz und Morgan (1995), Kaufmann et al. (2003) sowie Stuart und Sorenson (2003) in weitaus größerer Anzahl zum Biotech-Sektor. Für den Wirtschaftsbereich der Produktion von Hochleistungswerkstoffen gibt es zum Zeitpunkt der vorliegenden Arbeit keine bereits veröffentlichten Arbeiten. Folglich bleibt für das Zusammenstellen der zu berücksichtigenden Kriterien nur der Rückgriff auf Studien, die einen allgemeineren Bereich der Wirtschaft untersuchen und somit auch den Bereich der Verarbeitung von Hochleistungswerkstoffen abdecken. Dies ist in diesem Fall der Hightech-Bereich.

1.1.1 Standortfaktoren für Unternehmen aus Hightech-Bereichen

In begrenztem Maß wurden in der Literatur die Standortbedingungen untersucht, die Hightech-Unternehmen im Allgemeinen anziehen. Umfassend bearbeiten vorwiegend Markusen, Hall und Glasmeier (1986) das Thema. Auf empirischen Untersuchungen basierende Aussagen finden sich maßgeblich in Goetz und Rupasingha (2002), die für verschiedene

Hightech-Sektoren ein breites Spektrum von Indikatoren auf ihre Relevanz hin überprüfen, und Bade und Nerlinger (2000), welche die Relevanz einzelner Standortfaktoren für die Ansiedlung auf neuen Technologien basierender Firmen untersuchen. Zusammengefasst zeichnen die genannten Arbeiten ein sehr ähnliches Bild, wie es bereits im allgemeinen Standortranking gefunden wurde.

Beide Arbeiten finden einen positiven Einfluss vorhandener Urbanisationsvorteile und einer guten Verkehrsanbindung auf die Attraktivität einer Region aus Sicht der Unternehmen. Die von Markusen, Hall und Glasmeier (1986) dargestellte Bedeutung der Forschung in einer Region bestätigt sich auch in empirischen Arbeiten. Neben Bade und Nerlinger (2000) zeigen auch Woodward, Figueiredo und Guimarães (2006), dass die Höhe der F&E-Investitionen der Universitäten in einer Region einen positiven Einfluss auf die Ansiedlungsentscheidung von Hightech-Unternehmen haben. Eine besonders wichtige Rolle für Unternehmen aus Hightech- und wissensbasierten Sektoren scheint die Anzahl an Absolventen und Studenten von Hochschulen einer Region zu spielen. So finden neben Goetz und Rupasingha (2002, S. 1234) auch Baptista und Mendonça (2010, S. 25) und Acosta, Coronado und Flores (2011) einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Studenten bzw. Absolventen und der Ansiedlung von Hightech- und wissensbasierten Unternehmen in einer Region.

1.1.2 Berücksichtigung von Lokalisationsvorteilen

Ebenfalls lassen sich nun, da der untersuchte Wirtschaftszweig benannt ist, Lokalisationsvorteile einbinden. Für die Aufnahme der industriespezifischen Agglomerationsvorteile sprechen die Kernaussagen aus Markusen, Hall und Glasmeier (1986) und Henderson (1994). Letzterer erklärt die Existenz der Lokalisationsvorteile unter anderem damit, dass Unternehmen aus der Ansiedlung anderer Unternehmen aus demselben Wirtschaftszweig darauf schließen, dass das wirtschaftliche Umfeld für den entsprechenden Sektor gut sein muss. Stuart und Sorenson (2003, S. 250) fügen hinzu, dass Regionen, die bereits eine hohe Konzentration in einem Wirtschaftsbereich aufweisen, auch die besten Chancen für Entrepreneure aus diesem Bereich bieten. Sie finden am Beispiel des Biotech-Sektors auch empirische Beweise, da hier Regionen mit einer bereits hohen Dichte an Unternehmen aus diesem Wirtschaftsbereich auch die höchsten Neugründungsraten aufweisen. Stuart und Sorenson (2003) schieben dies auf das notwendige soziale Kapital, das vom Entrepreneur eingesetzt werden muss, um ein Unternehmen erfolgreich zu gründen. Dementsprechend bieten bereits spezialisierte Regionen hier einen Vorteil für die Gründer.

Allgemein werden Lokalisationsvorteile in der Literatur als Effizienzvorteile, die sich aus einer räumlichen Konzentration des jeweiligen Wirtschaftszweigs ergeben (Graham, 2009, S. 64), gesehen. Sie entstehen, wie Agglomerationsvorteile im Allgemeinen, durch den Marktgrößen-Effekt, die Bildung eines spezialisierten Arbeitsmarkts und von technologischen Spillovern (Krugman, 1991b, S. 484).[1] Tatsächlich findet Henderson (2003) einen starken positiven Einfluss von örtlich nahen Unternehmen desselben Wirtschaftszweigs auf die Produktivität eines Unternehmens. Auch Graham (2009) kann die Existenz von Lokalisationsvorteilen für eine Reihe von Wirtschaftszweigen nachweisen.

Neben dem Nachweis des effizienzsteigernden Einflusses der Lokalisationsvorteile auf die Produktion der Unternehmen sind in der empirischen Literatur auch zahlreiche Hinweise darauf zu finden, dass Lokalisationsvorteile einen signifikanten Einfluss auf das Ansiedlungs- und Gründungsverhalten von Unternehmen in einer Region haben. Goetz und Rupasingha (2002, S. 1234) zeigen, dass bereits existierende Hightech-Unternehmen wichtig für zusätzliche Ansiedlungen von Hightech-Unternehmen sind. Bade und Nerlinger (2000, S. 167) weisen den gleichen Einfluss nach, verwenden aber die Anzahl der Beschäftigten anstatt die Anzahl an Firmen im Hightech-Sektor. Rosenthal und Strange (2003, S. 382 f.) finden, dass die, anhand der Beschäftigung im selben Wirtschaftszweig approximierten, Lokalisationsvorteile einen positiven Einfluss auf die Ansiedlung neuer Unternehmen in einer Region haben und dass deren Einfluss auch größer ist als derjenige, den sie den Urbanisationsvorteilen zuschreiben, die sie wiederum anhand der Beschäftigung in allen anderen Wirtschaftszweigen in einer Region approximieren. Den positiven Einfluss der Beschäftigung im jeweiligen Wirtschaftszweig weist Arauzo-Carod (2005, S. 114) auch speziell für F&E-lastige Sektoren nach und kann zusätzlich den Einfluss der Beschäftigung auf den jeweiligen Bereich unterstützenden Service-Sektor belegen.

1.1.3 Fazit zur Kriterienwahl

Insgesamt erscheinen die in Abschnitt 2.5.2 (siehe S. 130 f.) identifizierten Kriterien auch für dieses Auswahlproblem angemessen zu sein. Hier gibt es lediglich eine Ausnahme. Da im Wirtschaftsbereich der Produktion von Hochleistungswerkstoffen nur in sehr geringfügigem Maß Produkte direkt an private Haushalte verkauft werden, wird das private Nachfragepotenzial der Haushalte nicht berücksichtigt. Aufgenommen hingegen werden die durch bereits existierende Unternehmen desselben Wirtschaftszweigs vor Ort entstehenden Lokalisationsvorteile. Das Ausmaß der Aktivität im Wirtschaftsbereich in einer Region wird anhand der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort nach ausgewählten Wirtschaftszweigen (WZ 2008) innerhalb der Region pro Quadratkilome-

[1] Eine ausführlichere Erläuterung der Entstehung von Agglomerationsvorteilen findet sich in Abschnitt 1.1.1 (S. 103 ff.).

ter aus der Statistik der Bundesagentur für Arbeit und des Statistischen Bundesamtes approximiert.

Eine Einschränkung bilden allerdings die Ergebnisse der Arbeiten von Goetz und Rupasingha (2002) und Rosenthal und Strange (2003), die zu unterschiedlichen Ergebnissen, nicht nur zwischen Hightech- und Lowtech-Unternehmen, sondern auch zwischen verschiedenen Zweigen innerhalb des Hightech-Sektors kommen. Auch Carrincazeaux, Lung und Rallet (2001) zeigen hinsichtlich der Bedeutung von Wissens-Spillovern, dass diese nicht zwangsläufig auf das Ansiedlungsverhalten in allen Wirtschaftssektoren eine Auswirkung zu haben scheinen. Schwartz (2006), die das Ansiedlungsverhalten in wissensbasierten Wirtschaftszweigen untersucht, schreibt hierzu, dass die Unterschiede bei der Ansiedlung eine Rolle spielen und verweist auf das Beispiel, dass für unterschiedliche Wirtschaftsbereiche implizites Wissen eine verschieden hohe Bedeutung haben kann. Dementsprechend lässt sich aus der vorhandenen Literatur nur begrenzt eine Schlussfolgerung über das tatsächliche Ausmaß der Relevanz einzelner Kriterien bei der Standortwahl von Unternehmen eines bestimmten Sektors ableiten. Die in der Literatur gefundenen Anhaltspunkte reichen maximal dazu aus, ein Set potenziell relevanter Kriterien zu erstellen, aber nicht, um deren Relevanz und deren relative Bedeutung zu klären. Dies ist an dieser Stelle allerdings auch nicht das Ziel, da im Folgenden ein Verfahren zur Lösung des Auswahlproblems diskutiert und angewandt werden soll, das gerade mit diesem, für die meisten Methoden der multikriteriellen Entscheidungshilfe zu geringem Informationsstand, auskommt.

1.2 Verwendung der DEA zur Lösung ähnlicher Problemstellungen

Bereits kurz nach der ersten Veröffentlichung zur DEA durch Charnes, Cooper und Rhodes (1978) wurde dieses Verfahren in der Literatur als Lösung für viele Problemstellungen gehandelt. Neben einer Vielzahl von veröffentlichten Arbeiten, welche die DEA in ihrem ursprünglichen Sinn zur Messung der Effizienz in verschiedensten Bereichen verwenden, zählen hierzu auch Arbeiten, welche die DEA im Rahmen der Lösung eines Auswahlproblems nutzen.

Da die Liste der praktischen Anwendungen der DEA zu umfangreich ist, als dass alle Arbeiten hier erschöpfend behandelt werden könnten, beschränkt sich der folgende Literaturüberblick auf zwei Kategorien von Arbeiten: Entweder es wird mit dem Lösen eines Auswahlproblems die gleiche Problemstellung behandelt wie sie in dieser Arbeit angegangen wird oder aber es werden zur Problemlösung die gleichen Methoden als Verfahrensbausteine verwendet, wie sie in dieser Arbeit herangezogen werden. Eine darüberhinausgehende umfangreiche und weitestgehend aktuelle Auflistung nahezu aller theoretischen und praktischen Arbeiten mit Bezug zur DEA findet sich in Emrouznejad, Parker und Tavares (2008).

1.2.1 Verwendung der DEA zur Lösung von Auswahlproblemen

Eine große Anzahl an Studien nutzt die DEA zur Lösung multikriterieller Auswahlprobleme in Fällen, in denen das Fehlen eindeutiger Wertsysteme die Verwendung anderer Entscheidungshilfen verhindert. Dies scheint in der Mehrzahl der Arbeiten weniger aus der Überlegung heraus entstanden zu sein, die DEA im Sinne eines multikriteriellen Entscheidungsverfahrens zu verwenden, sondern vielmehr aus dem Bestreben, eine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen „guten“ und „schlechten“ Alternativen zu finden, die auch in Abwesenheit eines klar strukturierten Wertsystems zu rechtfertigen ist. In einigen Fällen werden hierzu jedoch auch a priori bekannte Präferenzinformationen in die DEA implementiert. Zumeist geschieht dies anhand der Assurance Regions von Thompson et al. (1986), in wenigen Fällen auch anhand der Beschränkung der virtuellen In- und Outputs oder der direkten Beschränkung der Skalierungsfaktoren.

Eine Reihe von Studien zeigt wie die DEA verwendet werden kann, um das Problem der Lieferanten- bzw. Zuliefererauswahl für ein Unternehmen zu lösen. Bei diesem Auswahlproblem muss das Unternehmen aus einem Set möglicher Zulieferer anhand einer Vielzahl an Liefer- und Designkriterien die für sich beste Alternative auswählen (Humphreys, Huang und Cadden, 2005). Dementsprechend stark ähneln sich das Lieferanten- und das Standortauswahlproblem eines Unternehmens, da es sich bei beiden um komplexe multikriterielle Entscheidungsprobleme handelt. Weber (1996) und Liu, Ding und Lall (2000) verwenden ein einfaches DEA-Modell zur Auswahl eines aus einer Mehrzahl von Lieferanten. Eine Erhöhung der Diskriminierungsmacht des Standardmodells erreichen Braglia und Petroni (2000) bei einer ähnlichen Problemstellung durch das Verwenden der wohlwollenden und der aggressiven Form der Kreuzeffizienz und treffen die finale Empfehlung zur Auswahl eines Zulieferers, indem sie über die beiden Kreuzeffizienzwerte eine Clusteranalyse durchführen. Seydel (2006) zeigt, wie die DEA in Verbindung mit Assurane Regions auf die Wahl zwischen zehn Zulieferern angewandt werden kann. Für einen aktuellen Überblick zur Verwendung der DEA für die Evaluation oder als Auswahlhilfe von Zulieferern bzw. Lieferanten sei an dieser Stelle auf Agarwal et al. (2011, S. 802 f.) und Ho, Xu und Dey (2010) verwiesen.

Auch die Wahl der zu verwendenden Technologie stellt für Unternehmen in vielen Fällen ein komplexes Auswahlproblem dar. Karkazis und Thanassoulis (1998) und Khouja (1995) verwenden die DEA zur Vorauswahl möglicher Produktionstechnologien für ein Unternehmen, innerhalb welcher in einer zweiten Phase anhand eines anderen multikriteriellen Entscheidungshilfeverfahrens die Endauswahl getroffen wird. Auch Baker und Talluri (1997) verwenden einen ähnlichen Ansatz, indem sie aus 27 zur Wahl stehenden Produktionsrobotern anhand der DEA eine Vorauswahl treffen, für die Endauswahl aber auf einen Kreuzeffizienzansatz zurückgreifen. Neben diesen Arbeiten, welche die DEA in ihrer ursprünglichen Form anwenden, gibt es auch komplexere Ansätze wie in Shang und Sueyoshi (1995), welche die DEA mit anderen Methoden kombinieren und deswegen im nächsten Abschnitt noch eingehender vorgestellt werden.

Oral, Kettani und Lang (1991) verwenden die DEA in Kombination mit einem ELECTRE-Verfahren für die Auswahl von 16 aus 37 möglichen umzusetzenden F&E-Projekten. Dieselbe Fragestellung bearbeiten auch Green, Doyle und Cook (1996), die einen aggressiven Kreuzeffizienzansatz für die Endauswahl von 17 aus 37 möglichen Projekten verwenden. Auf andere Weise nutzen Linton, Walsh und Morabito (2002) die DEA für die Sortierung von F&E-Projekten in eine der drei Kategorien „Umsetzen“, „Ablehnen“ und „Zur weiteren Prüfung“ treffen die Entscheidung zwischen den weiter zu prüfenden F&E-Projekten aber anhand eines aufgestellten Wertmodells.

Sarrico et al. (1997) verwenden die DEA zur Universitätswahl aus der Sicht potenzieller Studenten. Da die Wertsysteme von Studenten nicht bekannt sind, müssen sie verschiedene Annahmen treffen. Hierzu entwickeln die Autoren zuerst sechs Kategorien von Studenten, die durch ihre unterschiedliche Leistungsfähigkeit und individuellen Ziele beim Besuch einer Universität, an diese auch unterschiedliche Anforderungen haben. Für jede Kategorie treffen sie anschließend entsprechende Annahmen hinsichtlich der relativen Bedeutung einzelner Kriterien zueinander und integrieren diese anhand der Beschränkung der virtuellen In- und Outputs jeweils in die DEA. Auf diesem Weg identifizieren sie die Universitäten, die für die jeweilige Kategorie von Studenten am attraktivsten zu sein scheint.

Die erste Arbeit, welche die DEA auf ein Standortauswahlproblem anwendet, erstellen Thompson et al. (1986). Sie vergleichen mehrere Standorte für einen zu errichtenden Teilchenbeschleuniger und erhöhen, nachdem sich fünf der insgesamt sechs Standorte als effizient herausstellen, die Diskriminierungsmacht der DEA durch das Implementieren von Assurance Regions, um zu einer eindeutigen Empfehlung zu kommen. Takamura und Tone (2003) verwenden ein mit Assurance Regions beschränktes Modell in der Standortwahl für die Verlagerung japanischer Regierungsstellen aus Toyko heraus. Die Assurance Regions legen sie anhand einer unter 18 Experten durchgeführten AHP-Befragung fest. Cook und Green (2003) verwenden die DEA für die Auswahl aus mehreren Kombinationen von neuen Standorten einer Handelskette in einem Rahmen mit beschränkten Ressourcen. Sie begrenzen die Skalierungsfaktoren anhand von Assurance Regions, um im Sinne des Entscheidungsträgers nicht sinnvolle Austauschverhältnisse zwischen zwei Outputs zu verhindern. Einen in sich weitgehend abgeschlossenen Literaturstrang zur Anwendung der DEA auf die Standortwahl bilden die Arbeiten rund um Desai und Storbeck (1990), Balakrishnan, Desai und Storbeck (1994) und Athanassopoulos und Storbeck (1995). Diese entwickeln das Maß der „spatial efficiency“ und vergleichen anhand dieses verschiedene räumliche Standortkombinationen, die zum Beispiel einem Einzelhandelsunternehmen zur Auswahl stehen. Als Kriterien verwenden sie die durchschnittliche zurückzulegende Mindestdistanz eines Kunden oder die Anzahl der durch eine Standortkombination nicht erreichten Kunden.

1.2.2 Verbindung der DEA mit dem Analytic Hierarchy Process

Das zur Lösung eines Auswahlproblems verwendete Verfahren setzt sich in den meisten der bisher vorgestellten Arbeiten lediglich aus einem Methodenbaustein zusammen. Zusätzlich wurde in nahezu allen genannten Arbeiten das implementierte Wertsystem, insofern eines implementiert wurde, von den jeweiligen Autoren entweder aus ökonomischen Sachverhalten abgeleitet oder aber einfach angenommen und nur in den wenigsten Fällen tatsächlich anhand der Werturteile relevanter Entscheidungsträger erhoben. In vorliegender Arbeit soll das Wertsystem jedoch nicht angenommen, sondern anhand einer Expertenbefragung mittels des AHP erhoben werden. In der Literatur finden sich ebenfalls Arbeiten, in denen die DEA mit dem AHP verbunden wird. Diese unterscheiden sich aber erheblich in der Art, wie sie die beiden Methodiken miteinander kombinieren.

Eine für diese Arbeit weniger relevante Gruppe verwendet die DEA für die datensatzgetriebene Generierung von Inputs, die anschließend innerhalb des AHP verwendet werden. Ramanathan (2006) wendet die DEA auf die Vergleichsmatrix im AHP an, um so die lokalen Gewichte im AHP zu generieren.[2] Sinuany-Stern, Mehrez und Hadad (2000) führen paarweise Vergleiche zwischen DMUs anhand der DEA durch und verwenden die aus den Vergleichen resultierenden Effizienzwerte als Einträge in der Vergleichsmatrix, die anschließend mit dem AHP zum abschließenden Ranking aller DMUs verdichtet wird.

Eine Vielzahl von Arbeiten kombiniert AHP und DEA in umgekehrter Weise. Anstatt

[2] Eine praktische Anwendung der Methodik auf ein Auswahlproblem findet sich in Sevkli et al. (2007).

die Ergebnisse der DEA mit einem AHP weiterzuverarbeiten, verwenden diese die Informationen, die aus der Durchführung eines AHP mit einem oder mehreren Entscheidungstägern resultieren, in der DEA weiter. Hier gibt es zwei Möglichkeiten: Zum einen kann der AHP dazu verwendet werden, um qualitative Kriterien in eine informationsreichere kardinale Form zu bringen. Dies geschieht mithilfe der Werturteile der Entscheidungsträger im AHP über die Attraktivität der einzelnen qualitativen Ausprägungsstufen eines Kriteriums. Diese Kriterien können dann im Rahmen der DEA als In- oder Output bzw., wie in dieser Arbeit, als Nach- oder Vorteil verwendet werden. Zum anderen können anhand eines AHP Informationen über die relative Bedeutung der einzelnen Kriterien für den Entscheidungsträger gewonnen werden. Diese können im Anschluss durch eine der zur Implementierung der a priori bekannten Informationen genutzten Methoden in das DEA-Modell integriert werden, wie sie in Abschnitt 2.5.4 (siehe S. 85 f.) diskutiert wurden.

Das Verfahren zur Überführung qualitativer Kriterien anhand der Werturteile im AHP in kardinale Kriterien und die anschließende Verwendung dieser Kriterien in der DEA verwenden zum Beispiel Kopela, Lehmusvaara und Nisonen (2007), die auf diesem Weg eine Auswahl aus sechs zur Verfügung stehenden externen Lagerbetreibern für ein Unternehmen auswählen, und Yang und Kuo (2003), die so aus einer Vielzahl von möglichen Anordnungen einzelner Stationen in einem Betrieb auswählen.

Den Ansatz zur Generierung von Informationen hinsichtlich der relativen Wichtigkeit der Kriterien untereinander und der anschließenden Beschränkung der Skalierungsfaktoren im Maximierungsproblem der DEA verfolgen zum Beispiel Seifert und Zhu (1998) und Takamura und Tone (2003), indem sie den AHP dazu verwenden, Informationen über die Relevanz der verschiedenen Kriterien vom Entscheidungsträger zu erheben und diese Präferenzinformationen anschließend mit Assurance Regions in das DEA-Modell zu implementieren. Takamura und Tone (2003) befragen eine Gruppe von Experten zur Relevanz der einzelnen Kriterien und verwenden die jeweils maxi- und minimalen Substitutionsraten zwischen zwei Kriterien als obere und untere Grenze für deren Assurance Region im DEA-Modell. Mit diesem Vorgehen vermeiden sie, die individuellen Wertsysteme durch das Bilden des Durchschnitts innerhalb der Vergleichsmatrizen zu einem kollektiven Wertsystem verdichten zu müssen, wie dies noch in Aczél und Alsina (1986) und Vargas (1982) getan wurde. Ein sehr ähnlicher Ansatz wird auch von Sarkis (1999) verfolgt, der den Analytic Network Process verwendet. Dieser Ansatz ist eine allgemeinere Form des AHP und bietet die Möglichkeit der Modellierung von Interdependenzen zwischen zum Beispiel zwei Kriterien, um jeweils eine obere und untere Grenze für alle Kriterien aus den Werturteilen von Entscheidungsträgern zu extrahieren. Diese werden anschließend durch direkte Beschränkungen der Skalierungsfaktoren in das DEA-Modell implementiert. Die Arbeit unterscheidet sich von Seifert und Zhu (1998) und Takamura und Tone (2003), da Sarkis (1999) anstatt des CCR-Modells den Ansatz der Supereffizienz von Andersen und Petersen (1993) verwendet, um zwischen den werteffizienten Alternativen noch weiter diskriminieren zu können.

Shang und Sueyoshi (1995) verwenden den AHP sowohl zur Generierung von kardinalen Kriterien an Stellen, an denen sonst nur qualitative Einschätzungen zur Verfügung stehen, als auch zur Bildung von Einschätzungen über die relative Bedeutung einzelner Kriterien anhand von Expertenmeinungen.

Für die vorliegende Arbeit erscheinen insbesondere die Vorgehensweisen aus Takamura und Tone (2003) sowie Sarkis (1999) interessant. In beiden Arbeiten wird zunächst das bei den Entscheidungsträgern vorhandene Wissen ermittelt, um anschließend die gewonnenen Information erkenntnisbringend in ein DEA-Modell zu integrieren. So werden alle verwertbaren Informationen miteinbezogen und gleichzeitig die Diskriminierungsmacht des Verfahrens erhöht.

2 Angewandte Methodik

Nachdem gezeigt wurde, wie ähnliche Problemstellungen in der Literatur anhand der DEA gelöst werden und wie ein Set zu berücksichtigender Kriterien begründet werden kann, wird in diesem Abschnitt dargelegt, wie Daten mit einem Verfahren verbunden werden können, um zu einem eindeutigen Urteil zu kommen. Hierfür werden erst die zur Darstellung der Alternativen verwendeten Daten aufgeführt. Im Anschluss wird gezeigt, wie Präferenzinformation erhoben, daraus Wertsysteme abgeleitet und diese anschließend in die DEA implementiert werden.

2.1 Verwendete Daten

Für die 27 berücksichtigten Regionen werden die Vor- und Nachteile anhand der gleichen wirtschaftlichen Kennzahlen approximiert, wie diese für das Erstellen eines allgemeinen Regionenrankings in Teil IV dieser Arbeit (siehe Tabelle 2.2 auf S. 131) erfolgte. Bei den Standortnachteilen werden regionsspezifische Werte verwendet, bei den Standortvorteilen hingegen werden die regional übergreifenden Effekte, durch die anhand der funktionalen Arbeitsmarktregionen nach Kosfeld und Werner (2012) berechneten Werte, und das regionale Marktpotenzial einbezogen. Eine Ausnahme bilden die Lokalisationsvorteile, die anhand der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten am Arbeitsort in den ausgewählten Wirtschaftszweigen approximiert werden. Da die sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten am Arbeitsort als Indikator für die Spezialisierung einer Region in einem Wirtschaftszweig verwendet werden, wäre eine Aggregation der Werte anhand der funktionalen Arbeitsmarktregionen zur Berücksichtigung von Pendlerbewegungen nur mit einem für diese Arbeit hinderlichen Informationsverlust verbunden.

Die für die Approximation der Lokalisationsvorteile notwendige Abgrenzung der relevanten Wirtschaftszweige nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ2008) gestaltet sich problematisch, da wie bei vielen neuen Wirtschaftsbereichen noch keine einheitliche Codierung vergeben wurde (Markusen, Hall und Glasmeier, 1986, S. 95) und dementsprechend auf eine Zusammenstellung von Codes zurückgegriffen werden muss, die den angestrebten Wirtschaftszweig subsumieren. Fortan wird die in Tabelle 2.1 gezeigte Abgrenzung aus Köppel (2015) verwendet, die anhand der WZ2008-Codes der in der Cluster-Initiative des Carbon Composite e.V. organisierten Unternehmen entstanden ist.

WZ2008	**Wirtschaftszweig**
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
25	Herstellung von Metallerzeugnissen
28	Maschinenbau
29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
30	Sonstiger Fahrzeugbau
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
7112	Ingenieurbüros
721	Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin

Tabelle 2.1: Abgrenzung des Wirtschaftszweigs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen nach Köppel (2015)

2.1.1 Profile der zu bewertenden Regionen

Tabelle 2.2 (siehe S. 191) zeigt die aus den berücksichtigten Standortfaktoren bestehenden Profile der 27 Regionen sowie die jeweiligen Lageparameter der Standortkriterien. Die Daten stammen aus demselben Datensatz, der bereits zur Erstellung des allgemeinen Rankings in Teil IV verwendet wurde. Dies bedeutet auch, dass die Normierung der Daten und die damit verbundene Festlegung der normierten partiellen Wertfunktionen für jedes Kriterium aus Teil IV beibehalten wird. Dieses Vorgehen ermöglicht die Erweiterung der berücksichtigten Alternativen über die bisherigen 27 Regionen hinaus, ohne eine Veränderung in den relativen Urteilen zwischen den bereits berücksichtigten Alternativen hervorzurufen. Die Normierung der Daten kann bei der Verwendung beschränkter DEA-Modelle eine entscheidende Rolle spielen, da durch die folgende Implementierung der Grenzen für die Skalierungsfaktoren anhand der AR das Modell seine Invarianz gegenüber Veränderungen der Maßeinheiten verliert (Allen et al., 1997, S. 19).

		Nachteile				Vorteile					
Region	**Typ**	**Tax**	**Flug**	**Bahn**	**AB**	**MP**	**AL**	**Lok**	**Urb**	**Stud**	**Pub**
Aichach-Friedberg	LK	66	49	48	25	44	10	1	17	22	9
Alb-Donau-Kreis	LK	65	46	40	30	41	6	2	12	23	14
Augsburg	KS	84	53	3	19	44	10	30	17	22	9
Augsburg	LK	66	52	39	24	42	10	2	17	22	9
Dachau	LK	63	29	45	17	46	11	2	21	31	100
Dillingen an der Donau	LK	61	68	52	41	42	5	2	10	5	0
Donau-Ries	LK	64	80	79	62	43	2	2	5	0	0
Eichstätt	LK	65	54	42	25	45	3	1	9	4	0
Freising	LK	67	18	56	13	42	11	3	21	31	100
Fürstenfeldbruck	LK	67	36	39	16	44	11	2	21	31	100
Günzburg	LK	60	45	32	19	39	6	2	12	23	14
Heidenheim	LK	69	57	42	19	43	5	4	10	5	0
Kaufbeuren	KS	63	36	29	25	32	4	9	7	2	0
Kempten (Allgäu)	KS	74	25	5	5	27	4	12	7	2	0
Landsberg am Lech	LK	62	42	32	17	37	11	1	21	31	100
Memmingen	KS	63	7	5	5	32	3	18	7	0	0
München	KS	94	27	3	13	49	11	65	21	31	100
München	LK	54	31	29	8	44	11	12	21	31	100
Neuburg-Schrobenhausen	LK	65	53	53	44	45	3	1	9	4	0
Neu-Ulm	LK	66	31	32	13	38	6	4	12	23	14
Ostallgäu	LK	63	40	40	22	28	4	1	7	2	0
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	61	32	42	16	44	3	2	9	4	0
Starnberg	LK	54	40	26	11	40	11	4	21	31	100
Ulm	KS	69	40	0	17	41	6	24	12	23	14
Unterallgäu	LK	56	20	27	14	34	3	2	7	0	0
Weilheim-Schongau	LK	65	60	44	37	30	3	1	6	0	0
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	63	62	76	54	46	2	1	5	0	0
Minimum		54	7	0	5	27	2	1	5	0	0
Median		65	40	39	19	42	6	2	12	22	9
Arith. Mittel		66	42	36	23	40	6	8	13	15	29
Maximum		94	80	79	62	49	11	65	21	31	100

Tabelle 2.2: Verwendeter Datensatz - Vor- und Nachteile

2.1.2 Wertsysteme der Unternehmen

Die für die Erhöhung der Diskriminierungsmacht zu verwendenden Präferenzinformationen sollen, wie in Sarkis (1999) und Takamura und Tone (2003), mithilfe eines AHP erhoben werden. Auch wenn dieser nicht alle wünschenswerten Eigenschaften einer Methode zur Erhebung von Präferenzinformationen erfüllt, scheint der AHP doch der beste Kompromiss aus hoher Praktikabilität in der Durchführung und theoretischen Schwächen zu sein. Das Problem, dass die Skalierungsfaktoren im AHP ohne Beachtung der normierten partiellen Wertfunktionen erhoben werden, wird dadurch entschärft, dass nur die Verhältnisse der Skalierungsfaktoren benutzt werden und diese lediglich dazu dienen, die Skalierungsfaktoren für die auf Prozentwerte vom Maximum normierten partiellen Wertfunktionen in der DEA zu beschränken.

2.1.2.1 Erhebung der Präferenzinformationen

Zur Erhebung der Präferenzinformationen wurde eine Umfrage unter Experten aus dem Bereich der Produktion und Verarbeitung von Hochleistungswerkstoffen durchgeführt. Hierzu wurden Unternehmensvertreter auf der Veranstaltung „Erfolgsfaktor Ressourceneffizienz durch Faserverbundtechnologie für Industrie und Handwerk“ der Industrie- und Handelskammer Schwaben zu ihrer persönlichen Einschätzung über die Bedeutung der als Standortfaktoren gewählten Kriterien befragt. Dazu wurde die in Abbildung 2.1 (siehe S. 193) dargestellte Hierarchisierung der Kriterien und Subkriterien in einem AHP-Fragebogen verwendet. Der verwendete Fragebogen kann in Abschnitt D des Anhangs eingesehen werden.

Es wurde nur die relative Bedeutung zwischen den Vor- oder Nachteilen abgefragt. Die relative Bedeutung zwischen einem Vor- und einem Nachteil einer Region wurde hingegen nicht erhoben. Über die Teilnehmerliste und eine Kontrollfrage am Ende des Fragebogens wurde sichergestellt, dass nur Befragungsergebnisse von Unternehmensvertretern aus dem ausgewählten Wirtschaftsbereich in die Berechnung der Assurance Regions aufgenommen wurden.

2.1.2.2 Resultierende Wertsysteme

Insgesamt wurden 46 vollständig bearbeitete Fragebogen abgegeben. Davon wurden 34 von Unternehmensvertretern aus den ausgewählten Wirtschaftsbereichen ausgefüllt. Ins-

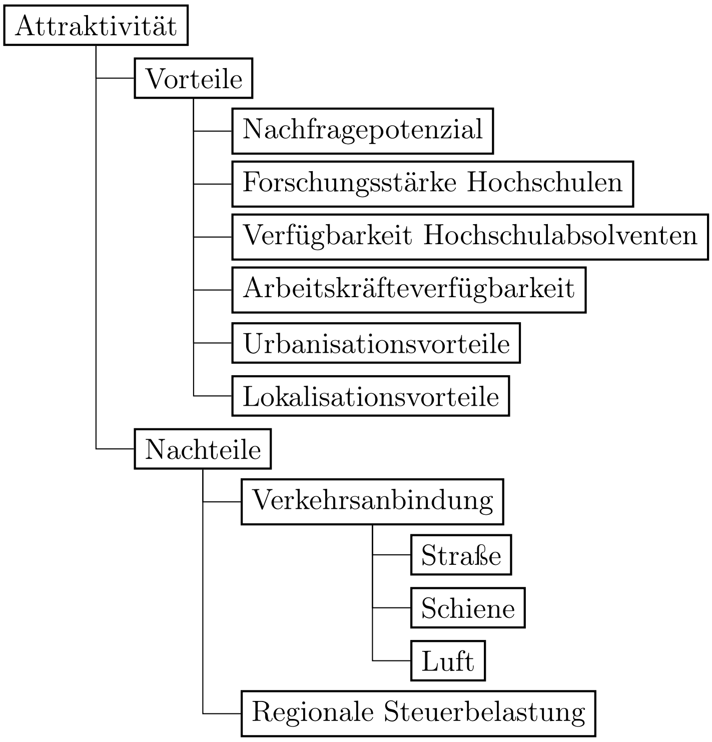


Abbildung 2.1: Hierarchisierung im AHP

gesamt 23 der verbleibenden Fragebogen enthielten mit einem CR-Wert von größer als $0,175$ bei entweder den Vor- und oder Nachteilen in sich nicht konsistente Aussagen und wurden aussortiert. Es verbleiben elf vollständig und konsistent ausgefüllte Fragebogen, die im weiteren Verlauf als zu berücksichtigende Wertsysteme von Entscheidungsträgern aus dem Bereich der Produktion und Verarbeitung von Hochleistungswerkstoffen verwendet werden können. Hierzu wurden die Fragebogen anhand einer Vergleichmatrix jeweils für die Vor- und die Nachteile ausgewertet. Die daraus resultierenden Wertsysteme finden sich in Form der Skalierungsfaktoren für die einzelnen Nach- und Vorteile in der Tabelle 2.3 (siehe S. 194) bzw. 2.4 (siehe S. 195).

Bei genauerer Betrachtung der erhobenen Wertsysteme fällt auf, dass die Wertschätzung der einzelnen Vor- und Nachteile sehr uneinheitlich über die elf Entscheider ausfällt. Bei den meisten Kriterien variiert die sich in den Skalierungsfaktoren widerspiegelnde Wertschätzung zwischen den Entscheidern um den Faktor zehn oder höher. Somit lassen sich anhand der erhobenen Wertsysteme nur schwer allgemeine Aussagen über die relative Bedeutung der einzelnen Standortfaktoren für den ausgewählten Wirtschaftsbereich treffen. Bei den Nachteilen in Tabelle 2.3 lässt sich lediglich beobachten, dass die Erreichbarkeit der Anbindung an die Schieneninfrastruktur scheinbar die geringste Bedeutung unter den Nachteilen einer Region für die Unternehmen hat. Eine relativ hohe Relevanz hingegen

	Skalierungsfaktoren v_i			
Entscheider	**Tax**	**Flug**	**Bahn**	**AB**
1	0,125	0,125	0,125	0,625
2	0,800	0,019	0,021	0,160
3	0,875	0,035	0,009	0,081
4	0,125	0,125	0,125	0,625
5	0,167	0,125	0,088	0,620
6	0,667	0,065	0,104	0,164
7	0,250	0,112	0,050	0,589
8	0,167	0,052	0,108	0,673
9	0,100	0,082	0,082	0,736
10	0,125	0,181	0,051	0,643
11	0,143	0,408	0,062	0,387
Arith. Mittel	0,322	0,121	0,075	0,482
Median	0,167	0,112	0,082	0,620
Minimum	0,100	0,019	0,009	0,081
Maximum	0,875	0,408	0,125	0,736

Tabelle 2.3: Resultierende Wertsysteme bezüglich der Nachteile

scheint die Anbindung an die Straße zu haben. Der regionalen Steuerbelastung weisen acht Wertsysteme nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung ($v_{Tax} \leq 0.250$) und drei Wertsystemen eine hohe Bedeutung ($v_{Tax} \geq 0.667$) zu.

Innerhalb der Vorteile aus Tabelle 2.4 wird der Urbanität eine geringere Bedeutung zugemessen als den übrigen Vorteilen, von denen wiederum der Arbeitskräfteverfügbarkeit in der Region von den meisten Wertsystemen die höchste Relevanz zugesprochen wird.

2.2 Implementieren der Wertsysteme

Anhand der erhobenen elf Wertsysteme lassen sich nun Ober- und Untergrenzen für die Substitutionsraten zwischen den einzelnen Vor- und Nachteilen berechnen. Hierfür wird wie in Takamura und Tone (2003, S. 92) für jedes Paar von Vorteilen $(r, r+1)$ und für jedes Paar von Nachteilen $(i, i+1)$ separat für jedes Wertsystem der Minimalwert

$$U_{r,r+1} = \min \frac{u_r}{u_{r+1}} \quad \text{b}zw. \quad U_{i,i+1} = \min \frac{v_i}{v_{i+1}}$$

	Skalierungsfaktoren u_r					
Entscheider	**MP**	**AL**	**Lok**	**Urb**	**Stud**	**Pub**
1	0,033	0,391	0,033	0,198	0,253	0,092
2	0,430	0,148	0,255	0,034	0,075	0,058
3	0,080	0,319	0,055	0,115	0,159	0,272
4	0,409	0,192	0,281	0,048	0,038	0,032
5	0,082	0,278	0,085	0,024	0,217	0,314
6	0,248	0,235	0,209	0,185	0,069	0,054
7	0,094	0,229	0,199	0,030	0,362	0,086
8	0,115	0,504	0,213	0,052	0,084	0,032
9	0,074	0,538	0,068	0,050	0,113	0,157
10	0,066	0,274	0,065	0,111	0,339	0,145
11	0,309	0,045	0,274	0,055	0,128	0,189
Arith. Mittel	0,176	0,287	0,158	0,082	0,167	0,130
Median	0,094	0,274	0,199	0,052	0,128	0,092
Minimum	0,033	0,045	0,033	0,024	0,038	0,032
Maximum	0,430	0,538	0,281	0,198	0,362	0,314

Tabelle 2.4: Resultierende Wertsysteme bezüglich der Vorteile

und der Maximalwert

$$O_{r,r+1} = \max \frac{u_r}{u_{r+1}} \quad \text{bzw.} \quad O_{i,i+1} = \max \frac{v_i}{v_{i+1}}$$

der Substitutionsraten zwischen dem jeweiligen Kriterienpaar ermittelt. Für jede in der DEA zu beschränkende Substitutionsrate werden anschließend der Max- bzw. Minimalwert über die elf Wertsysteme als Ober- bzw. Untergrenze für das Verhältnis der jeweiligen Skalierungsfaktoren anhand

$$U_{i,i+1} \leq \frac{v_i}{v_{i+1}} \leq O_{i,i+1} \quad \text{bzw.} \quad U_{r,r+1} \leq \frac{y_r}{y_{r+1}} \leq O_{y,y+1}$$

verwendet. Die Skalierungsfaktoren der sechs Vorteile und der vier Nachteile werden dann im DEA-Modell so beschränkt, dass die Substitutionsraten innerhalb der in den Wertsystemen festgestellten Grenzen bleiben. Die aus den elf Wertsystemen resultierenden und im Modell zu implementierenden Grenzen zeigen die Tabellen 2.5 und 2.6.

Da Vor- und Nachteile nur untereinander beschränkt werden sollen, erfordert das Implementieren der Grenzen die Einschränkung von 21 Substitutionsraten anhand von Assurance Regions vom Typ I. Für jede vorzunehmende Beschränkung einer Substitutionsrate muss eine zusätzliche Nebenbedingung für die Unter- und eine für die Obergrenze in das Maximierungsproblem aufgenommen werden. Deshalb werden für die Beschränkung der

Substitutionsrate zwischen		**Untergrenze**	**Obergrenze**
x_i	x_{i+1}	$U_{i,i+1}$	$O_{i,i+1}$
Tax	Flug	0,351	41,667
Tax	Bahn	0,999	97,222
Tax	AB	0,136	10,786
Flug	Bahn	0,477	6,611
Flug	AB	0,077	1,053
Bahn	AB	0,079	0,631

Tabelle 2.5: Assurance Regions der Nachteile

Substitutionsrate zwischen		**Untergrenze**	**Obergrenze**
y_r	y_{r+1}	$U_{r,r+1}$	$O_{r,r+1}$
MP	AL	0,084	6,867
MP	Lok	0,472	1,686
MP	Urb	0,167	12,647
MP	Stud	0,130	10,763
MP	Pub	0,261	12,781
AL	Lok	0,164	11,848
AL	Urb	0,818	11,583
AL	Stud	0,352	6,000
AL	Pub	0,238	15,750
Lok	Urb	0,167	7,500
Lok	Stud	0,130	7,395
Lok	Pub	0,202	8,781
Urb	Stud	0,083	2,681
Urb	Pub	0,076	3,426
Stud	Pub	0,585	4,209

Tabelle 2.6: Assurance Regions der Vorteile

Substitutionsraten zwischen den vier Nachteilen zwölf Nebenbedingungen der Form

$$\begin{aligned} v_i - v_{i+1} \cdot O_{i,i+1} &\leq 0 \\ -v_i + v_{i+1} \cdot U_{i,i+1} &\leq 0 \end{aligned}$$

notwendig. Für die Beschränkung der Substitutionsraten zwischen den sechs verwendeten Vorteilen werden dreißig Nebenbedingungen der Form

$$\begin{aligned} u_r - u_{r+1} \cdot O_{r,r+1} &\leq 0 \\ -u_r + u_{r+1} \cdot U_{r,r+1} &\leq 0 \end{aligned}$$

in das jeweilige Maximierungsproblem aufgenommen.

3 Berechnungen

Um eine bessere Differenzierung zwischen den Beiträgen der einzelnen Verfahrensteile zu gewährleisten, erfolgt die Darstellung der Berechnungen und deren Ergebnisse schrittweise. Zuerst wird das Ergebnis des unbeschränkten CCR-Maximierungsproblems aufgezeigt, um darzulegen, welche Aussagen ohne die Berücksichtigung der erhobenen Wertsysteme resultieren. Anschließend werden die Ergebnisse des, anhand der Wertsysteme beschränkten, Maximierungsproblems dargestellt und diskutiert. Wie sich zeigen wird, ist der Anstieg der Diskriminierungsmacht durch die Implementierung der Präferenzinformationen nicht ausreichend, um eine einzige beste Alternative zu identifizieren. Um dennoch zu einer eindeutigen Empfehlung ohne zusätzlich benötigte Präferenzinformationen zu gelangen, werden zunächst die beiden von Sarkis (1999) und Takamura und Tone (2003) eingeschlagenen Wege zur weiteren Erhöhung der Diskriminierungsmacht aufgezeigt und verfolgt. Im Anschluss erfolgt ein eigener Vorschlag, wie unter Berücksichtigung der erhobenen Präferenzinformationen ein eindeutiges Ergebnis gewonnen werden kann. Eine kurze Diskussion der erläuterten Verfahren sowie eine kurze Darstellung der Ergebnisse der durchgeführten Sensitivitätsanalysen bilden den Abschluss.

3.1 Ergebnisse der beschränkten und unbeschränkten DEA

Tabelle 3.1 (siehe S. 199) zeigt die Werteffizienzen aus der beschränkten CCR-AR und der unbeschränkten DEA (CCR) sowie die optimalen Skalierungsfaktoren aus der beschränkten DEA. Wie ersichtlich ist, reicht die Diskriminierungsmacht der unbeschränkten DEA nicht aus, um eine einzige beste Alternative zu identifizieren. Insgesamt sind sieben der insgesamt 27 berücksichtigten Regionen im unbeschränkten Modell werteffizient. Namentlich sind dies die kreisfreien Städte Augsburg, Memmingen, München und Ulm sowie die Landkreise Freising, München und Starnberg.

Durch das Implementieren der erhobenen Wertsysteme der Unternehmen und den damit einhergehenden Begrenzungen der Skalierungsfaktoren wird den Regionen ein Großteil

				Skalierungsfaktoren									
Regionen	**Typ**	**CCR**	**AR**	**Tax**	**Flug**	**Bahn**	**AB**	**MP**	**AL**	**Lok**	**Urb**	**Stud**	**Pub**
Aichach-Friedberg	LK	0,82	0,63	0,014	0,000	0,000	0,001	0,009	0,012	0,006	0,003	0,002	0,001
Alb-Donau-Kreis	LK	0,77	0,58	0,014	0,000	0,000	0,001	0,011	0,002	0,007	0,001	0,004	0,001
Augsburg	KS	1,00	0,71	0,011	0,001	0,002	0,003	0,010	0,005	0,007	0,001	0,001	0,001
Augsburg	LK	0,78	0,62	0,014	0,000	0,000	0,001	0,009	0,012	0,006	0,003	0,002	0,001
Dachau	LK	0,96	0,85	0,015	0,001	0,000	0,001	0,001	0,009	0,001	0,005	0,006	0,004
Dillingen an der Donau	LK	0,84	0,57	0,015	0,000	0,000	0,001	0,013	0,002	0,008	0,001	0,001	0,001
Donau-Ries	LK	0,82	0,53	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001
Eichstätt	LK	0,84	0,58	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001
Freising	LK	1,00	0,98	0,006	0,016	0,002	0,015	0,001	0,011	0,001	0,006	0,007	0,005
Fürstenfeldbruck	LK	0,82	0,79	0,014	0,001	0,000	0,001	0,001	0,009	0,001	0,005	0,006	0,004
Günzburg	LK	0,81	0,63	0,016	0,000	0,001	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,004	0,001
Heidenheim	LK	0,76	0,55	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001
Kaufbeuren	KS	0,63	0,50	0,014	0,001	0,001	0,001	0,013	0,002	0,009	0,001	0,001	0,001
Kempten (Allgäu)	KS	0,99	0,56	0,008	0,004	0,005	0,058	0,016	0,002	0,009	0,001	0,001	0,001
Landsberg am Lech	LK	0,88	0,85	0,015	0,000	0,001	0,001	0,001	0,010	0,001	0,005	0,006	0,004
Memmingen	KS	1,00	0,94	0,008	0,024	0,005	0,061	0,022	0,003	0,013	0,002	0,002	0,002
München	KS	1,00	1,00	0,010	0,000	0,000	0,001	0,008	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001
München	LK	1,00	1,00	0,018	0,000	0,000	0,002	0,008	0,001	0,005	0,001	0,003	0,005
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,84	0,57	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001
Neu-Ulm	LK	0,78	0,60	0,011	0,006	0,001	0,005	0,012	0,002	0,007	0,001	0,004	0,001
Ostallgäu	LK	0,55	0,39	0,015	0,000	0,000	0,001	0,013	0,002	0,008	0,001	0,001	0,001
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	0,92	0,63	0,015	0,001	0,000	0,001	0,014	0,002	0,008	0,001	0,001	0,001
Starnberg	LK	1,00	0,98	0,017	0,000	0,001	0,002	0,001	0,011	0,001	0,006	0,007	0,005
Ulm	KS	1,00	0,77	0,012	0,002	0,003	0,005	0,012	0,002	0,007	0,001	0,004	0,001
Unterallgäu	LK	0,89	0,55	0,014	0,005	0,001	0,005	0,015	0,002	0,009	0,001	0,001	0,001
Weilheim-Schongau	LK	0,56	0,38	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,89	0,58	0,014	0,000	0,000	0,001	0,012	0,002	0,007	0,001	0,001	0,001

Tabelle 3.1: Ergebnisse aus dem beschränkten und unbeschränkten CCR-Modell

ihrer Spezialisierungsmöglichkeiten genommen. Folglich erreichen fünf zuvor werteffiziente Regionen nur noch eine Werteffizienz von kleiner eins und das Set der werteffizienten Regionen reduziert sich auf die kreisfreie Stadt München und den Landkreis München. Lediglich diese beiden Regionen bilden innerhalb der erfassten Wertsysteme noch den werteffizienten Rand und kommen somit als beste Alternative infrage.

Am meisten durch die Beschränkung verliert die vormals werteffiziente kreisfreie Stadt Augsburg, die nun eine Werteffizienz von $0,71$ erreicht. Wie die optimalen Skalierungsfaktoren im unbeschränkten und im beschränkten Modell im Vergleich in Tabelle 3.2 erkennen lassen, ist die kreisfreie Stadt Augsburg nur für Unternehmen die beste mögliche Alternative in ihrem Umkreis, die der Anbindung an einen Flughafen und eine Autobahn, den Lokal- und Urbanisationsvorteilen, der Forschungsstärke der Hochschulen sowie der Verfügbarkeit von Hochschulabsolventen in der Region keine Relevanz beimessen. Die erhobenen Präferenzinformationen zeigen jedoch, dass die Unternehmen aus dem ausgewählten Wirtschaftsbereich nicht zu Unternehmen mit einem derartigen Wertsystem zählen.

DEA	**Tax**	**Flug**	**Bahn**	**AB**	**MP**	**AL**	**Lok**	**Urb**	**Stud**	**Pub**
CCR	0,011	0,000	0,015	0,000	0,013	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
CCR-AR	0,011	0,001	0,002	0,003	0,010	0,005	0,007	0,001	0,001	0,001

Tabelle 3.2: Vergleich Skalierungsfaktoren der kreisfreien Stadt Augsburg in der beschränkten und unbeschränkten DEA

Sobald die DEA die optimalen Skalierungsfaktoren nur noch innerhalb der Grenzen der erfassten Wertsysteme wählen kann, ist es nicht mehr möglich, dass die KS Augsburg eine Werteffizienz von 1 erreicht. Innerhalb der Grenzen der Wertsysteme wird sie jetzt von der kreisfreien Stadt und dem Landkreis München, die auch ihr Referenzset bilden, dominiert. Auch die Landkreise Dachau und Starnberg sowie die kreisfreie Stadt Ulm erreichen mit den für die KS Augsburg optimalen Skalierungsfaktoren ein besseres Ergebnis.

3.2 Wege zur Erhöhung der Diskriminierungsmacht

Wie aus Tabelle 3.1 (siehe S. 199) ersichtlich wird, reicht die vorgenommene Beschränkung der Skalierungsfaktoren nicht aus, um einen eindeutig besten Standort unter den 27 Regionen zu identifizieren. Trotz der Implementierung der Präferenzinformationen und der damit verbundenen Einschränkung der Skalierungsfaktoren lässt sich zwischen dem Landkreis und der kreisfreien Stadt München kein wertendes Urteil durch die DEA treffen.

3.2.1 In der Literatur verwendete Ansätze

Für die vorgenannte Situation finden sich in der Literatur zwei Möglichkeiten, wie die Diskriminierungsmacht des Verfahrens weiter gesteigert werden kann. Eine Option stellt die Berechnung der Supereffizienz nach Andersen und Petersen (1993) für das beschränkte Maximierungsproblem dar, wie sie auch von Sarkis (1999) an einer ähnlichen Stelle genutzt wird. Die Supereffizienz ermittelt, welche Region sich am meisten von den restlichen abheben kann und erlaubt somit der spezialisiertesten Region die beste Bewertung. Allerdings vermeidet die Beschränkung eines Supereffizienzmodells mit AR das bei Supereffizienz sonst übliche Problem der übermäßigen Spezialisierung (Adler, Friedman und Sinuany-Stern, 2002, S. 252).

Alternativ kann wie in Takamura und Tone (2003) vorgegangen werden. Diese erhöhen die Diskriminierungsmacht, indem sie die Grenzen für die Skalierungsfaktoren enger ziehen. Sie nutzen nicht mehr das jeweilige Minimum und Maximum der Substitutionsraten aus den Wertsystemen als Ober- und Untergrenze, sondern verwenden in einem ersten Schritt stattdessen die zweitkleinste bzw. -größte Substitutionsrate zwischen jedem Kriterienpaar. Ist auch diese Maßnahme nicht ausreichend, lässt sich die Erhöhung der Diskriminerungsmacht mit der Implementierung der jeweils n-kleinsten und n-größten Substitutionsrate beliebig fortsetzen, bis letztendlich das Wertsystem erreicht wird, das sich gerade aus den Medianen aller Substitutionsraten zusammensetzt und das Maximierungsproblem schließlich unlösbar werden lässt.

Tabelle 3.3 (siehe S. 202) zeigt das Ergebnis beider Vorgehensweisen für die bearbeitete Fragestellung. Wie ersichtlich wird, reicht die weitere Beschränkung der DEA wie in Takamura und Tone (2003) nicht aus, um eine Beurteilung zwischen der kreisfreien Stadt und dem Landkreis München zu erreichen. Selbst unter der maximalen Einschränkung der Skalierungsfaktoren mit den jeweils fünftkleinsten und fünftgrößten Substitutionsraten aus den Wertsystemen bleiben beide Regionen hinsichtlich der Attraktivität für Unternehmen des ausgewählten Bereichs werteffizient, während hingegen alle anderen Regionen in jedem Schritt eine geringere Werteffizienz aufweisen. Ein eindeutiges Ergebnis hingegen wird durch die Kombination von Supereffizienz und Assurance Regions erreicht, wie dies in ähnlicher Form von Sarkis (1999) in Verbindung mit der direkten Beschränkung der Skalierungsfaktoren verwendet wird. Hier erreicht die kreisfreie Stadt München mit $1,79$ einen besseren Wert als der Landkreis München mit $1,23$ und wäre dementsprechend die zu wählende Alternative.

Region	Typ	AR 1		AR 2	AR 3	AR 4	AR 5
		CCR-AR	**Super**				
Aichach-Friedberg	LK	0,63	0,63	0,57	0,47	0,39	0,32
Alb-Donau-Kreis	LK	0,58	0,58	0,52	0,43	0,34	0,28
Augsburg	KS	0,71	0,71	0,66	0,61	0,54	0,45
Augsburg	LK	0,62	0,62	0,56	0,47	0,39	0,32
Dachau	LK	0,85	0,85	0,83	0,79	0,73	0,70
Dillingen an der Donau	LK	0,57	0,57	0,47	0,33	0,22	0,16
Donau-Ries	LK	0,53	0,53	0,41	0,26	0,15	0,10
Eichstätt	LK	0,58	0,58	0,48	0,38	0,28	0,20
Freising	LK	0,98	0,98	0,85	0,83	0,79	0,75
Fürstenfeldbruck	LK	0,79	0,79	0,78	0,75	0,71	0,69
Günzburg	LK	0,63	0,63	0,57	0,50	0,42	0,35
Heidenheim	LK	0,55	0,55	0,47	0,39	0,31	0,23
Kaufbeuren	KS	0,50	0,50	0,42	0,34	0,26	0,19
Kempten (Allgäu)	KS	0,56	0,56	0,48	0,44	0,39	0,31
Landsberg am Lech	LK	0,85	0,85	0,83	0,77	0,70	0,67
Memmingen	KS	0,94	0,94	0,77	0,68	0,62	0,47
München	KS	1,00	1,79	1,00	1,00	1,00	1,00
München	LK	1,00	1,23	1,00	1,00	1,00	1,00
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,57	0,57	0,46	0,33	0,22	0,15
Neu-Ulm	LK	0,60	0,60	0,55	0,51	0,48	0,40
Ostallgäu	LK	0,39	0,39	0,33	0,27	0,21	0,15
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	0,63	0,63	0,53	0,45	0,36	0,26
Starnberg	LK	0,98	0,98	0,97	0,93	0,87	0,85
Ulm	KS	0,77	0,77	0,69	0,64	0,57	0,48
Unterallgäu	LK	0,55	0,55	0,45	0,39	0,32	0,23
Weilheim-Schongau	LK	0,38	0,38	0,31	0,23	0,16	0,11
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,58	0,58	0,45	0,29	0,18	0,12

Tabelle 3.3: Ergebnisse nach Sarkis (1999) sowie Takamura und Tone (2003)

3.2.2 Verbindung der spielbasierten Kreuzeffizienz mit AR

Ein weiterer Weg, der in dieser Form in der Literatur noch nicht verfolgt wurde, ist die mit Assurance Regions beschränkte spielbasierte Kreuzeffizienz. Hierfür muss der zur Bestimmung der spielbasierten Kreuzeffizienz angewandte Algorithmus an zwei Stellen durch Assurance Regions beschränkt werden: Erstens innerhalb des CCR-Modells, anhand dessen Ergebnisse die Startverhandlungspunkte durch das Bilden der Kreuzeffizienzwerte festgelegt werden. Zweitens sollen auch in den bilateralen Verhandlungen nur Skalierungsvektoren gewählt werden können, die mit den Wertsystemen der Experten konform sind. Somit verändert sich das Modell der spielbasierten Kreuzeffizienz SBKE (siehe Abschnitt SBKE auf S. 95) zum folgenden Maximierungsproblem:

$$\max_{u_{ro}^j, v_{io}^j} E_{jo} = \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^j y_{ro} \tag{SBKE-AR}$$

unter den Nebenbedingungen, dass

$$\sum_{r=1}^{s} u_{ro}^j y_{rl} - \sum_{i=1}^{m} v_{io}^j x_{il} \leq 0 \qquad l = 1, \ldots, n; \tag{SBKE-AR 1}$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_{io}^j x_{io} = 1 \tag{SBKE-AR 2}$$

$$\alpha_j \cdot \sum_{i=1}^{m} v_{io}^j x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_{ro}^j y_{rj} \leq 0 \tag{SBKE-AR 3}$$

$$u_{ro}^j, v_{io}^j \geq 0; \quad r = 1, \ldots, s; \quad i = 1, \ldots, m; \tag{SBKE-AR 4}$$

$$U_{i,i+1} \leq \frac{v_i}{v_{i+1}} \leq O_{i,i+1} \tag{SBKE-AR 5}$$

$$U_{r,r+1} \leq \frac{u_r}{u_{r+1}} \leq O_{r,r+1} \tag{SBKE-AR 6}$$

in welchem die Nebenbedingungen SBKE-AR 5 und SBKE-AR 6 hinzugefügt werden und für die Beschränkung der Skalierungsfaktoren der Nachteile bzw. Vorteile sorgen. Das Maximierungsproblem SBKE-AR wird dann anstatt des Maximierungsproblem SBKE im ab Seite 95 aufgezeigten Algorithmus zur Berechnung der spielbasierten Kreuzeffizienz verwendet.

In den bilateralen Verhandlungen muss somit nicht mehr nur darauf geachtet werden, dass das Attraktivitätsniveau des Verhandlungspartners nicht unter ein bereits erreichtes Niveau fällt, sondern zusätzlich, dass die in den bilateralen Verhandlungen festzulegenden Skalierungsfaktoren innerhalb der durch die Zielsysteme gesteckten Grenzen bleiben. Die Alternativen konkurrieren damit untereinander um die Attraktivität innerhalb der Wertsysteme der Experten. Der resultierende Algorithmus stellt demnach eine Verbindung der Arbeiten von Thompson et al. (1986) und Liang et al. (2008b) dar.

Die folgende Tabelle 3.4 zeigt die Ergebnisse der mit AR begrenzten spielbasierten Kreuzeffizienz mit $\varepsilon = 0,0001$ für das betrachtete Standortauswahlproblem und stellt diese den Ergebnissen aus dem beschränkten CCR-Modell gegenüber:

		AR 1		
Region	**Typ**	**CRR-AR**	**KE-AR**	**SBKE-AR**
Aichach-Friedberg	LK	0,63	0,53	0,62
Alb-Donau-Kreis	LK	0,58	0,49	0,57
Augsburg	KS	0,71	0,58	0,69
Augsburg	LK	0,62	0,52	0,60
Dachau	LK	0,85	0,78	0,81
Dillingen an der Donau	LK	0,57	0,43	0,54
Donau-Ries	LK	0,53	0,37	0,49
Eichstätt	LK	0,58	0,44	0,55
Freising	LK	0,98	0,74	0,81
Fürstenfeldbruck	LK	0,79	0,72	0,75
Günzburg	LK	0,63	0,54	0,62
Heidenheim	LK	0,55	0,43	0,53
Kaufbeuren	KS	0,50	0,38	0,48
Kempten (Allgäu)	KS	0,56	0,35	0,43
Landsberg am Lech	LK	0,85	0,69	0,74
Memmingen	KS	0,94	0,51	0,67
München	KS	1,00	0,88	0,99
München	LK	1,00	0,99	1,00
Neu-Ulm	LK	0,60	0,52	0,59
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,57	0,42	0,54
Ostallgäu	LK	0,39	0,31	0,38
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	0,63	0,49	0,61
Starnberg	LK	0,98	0,85	0,89
Ulm	KS	0,77	0,62	0,74
Unterallgäu	LK	0,55	0,42	0,52
Weilheim-Schongau	LK	0,38	0,28	0,36
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,58	0,41	0,54

Tabelle 3.4: Ergebnisse der beschränkten spielbasierten Kreuzeffizienz im Vergleich zu den Ergebnissen der beschränkten DEA

Entgegen der Ergebnisse der Supereffizienz, ist nach diesem Verfahren der Landkreis München und nicht die kreisfreie Stadt München die als Standort zu wählende Region, da der Landkreis München den höchsten Wert der spielbasierten Kreuzeffizienz aufweist und somit allen anderen Standortalternativen überlegen ist.

3.2.3 Diskussion der Methoden

Wie die Ergebnisse gezeigt haben, hängt die abschließende Antwort zur Frage, welche Region als die attraktivste anzusehen ist, von der Wahl der verwendeten Methode ab. Während die weitere Begrenzung der Wertsysteme nach Takamura und Tone (2003) zu keiner eindeutigen Empfehlung geführt hat, kommen die beschränkte Supereffizienz und die beschränkte spielbasierte Kreuzeffizienz zwar zu einer eindeutigen Empfehlung, allerdings fällt diese unterschiedlich aus. Welcher der Ansätze nun der angemessene ist, hängt davon ab, was unter der attraktivsten Region verstanden wird. Wird diejenige Alternative als am besten angesehen, die sich am weitesten von den übrigen Alternativen absetzen kann, dann ist der in Sarkis (1999) verwendete Ansatz der Supereffizienz das anzuwendende Verfahren. Wie bereits die Werteffizienz im CCR-Modell, ist der Supereffizienzwert als der Prozentwert der Verhältnisses von aggregierten Vor- zu aggregierten Nachteilen, den die Alternative im Vergleich zu den Alternativen auf dem effizienten Rand realisieren kann, zu interpretieren. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass der für die werteffizienten Alternativen verwendete Rand nun aus den wertineffizienteren Verfolgern und nicht mehr aus den werteffizienten Alternativen selbst gebildet wird. Ein Supereffizienzwert von größer als 1 zeigt an, wie weit sich eine Alternative bei der Bereitstellung von Vorteilen zu einem gegebenen Niveau der Nachteile von den Verfolgern absetzen kann. Die Verbindung der Supereffizienz mit der Begrenzung der Skalierungsfaktoren anhand bekannter Präferenzinformationen hat insbesondere den Vorteil, dass eine sonst häufig zu beobachtende übermäßige Spezialisierung einzelner Alternativen vermieden werden kann. Außerdem kommt es immer zur Identifikation einer einzelnen besten Alternative, was beim Verfahren von Takamura und Tone (2003) nicht der Fall ist.

Der Kreuzeffizienz hingegen wird oft zugeschrieben, im Vergleich zur einfachen Effizienz und der Supereffizienz, in denen sich Alternativen mit dem für sie am schmeichelhaftesten Schema selbst bewerten, eine Form von Peer-Review darzustellen, in der auch die Bewertungsschemen aller anderen Alternativen berücksichtigt werden (Doyle und Green, 1994, S. 570). Die Ansätze der Kreuzeffizienz bewerten somit Alternativen besser, die für eine Reihe von Wertsystemen innerhalb der gesteckten Grenze attraktiv sind, und weisen ausgeglichenere Alternativen als beste Wahlmöglichkeit aus. Dies lässt sich auch bei der Betrachtung der Referenzsets der 27 Alternativen beobachten. Hier zeigt sich, dass die kreisfreie Stadt München lediglich Bestandteil des Referenzsets von sieben Regionen ist. Der Landkreis München hingegen ist im Referenzset von insgesamt 25 Regionen enthalten.

Welche der aufgezeigten Methoden tatsächlich die für ein Auswahlproblem angemessene ist, kann auch sehr eng damit zusammenhängen, wie präzise die Problemstellung ist. Je vager die Präferenzinformationen und je weiter damit die Grenzen hinsichtlich der infrage kommenden Wertsysteme gefasst sind, desto besser eignet sich die Kreuzeffizienz, da sie eine Spezialisierung hin zu Wertsystemen nicht belohnt, deren Zugehörigkeit nicht gesichert sind. Umso exakter die Grenzen durch die erhobenen Wertsysteme bereits gesteckt sind, desto besser eignet sich die Vorgehensweise von Takamura und Tone (2003) und falls nötig die Steigerung der Diskriminierungsmacht mithilfe der Supereffizienz.

3.3 Sensitivitätsanalyse

Ein viel beachtetes Gütekriterium für multikriterielle Auswahlmethoden ist die Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen. Wie Sensitivitätsanalysen zeigen, führt der Ausschluss einzelner oder mehrerer Alternativen zu keinen Veränderungen in den durch das Verfahren getroffenen Aussagen, welche Region die Attraktivste ist. Auch wenn die einzelnen (Super-)Effizienzwerte leicht variieren, bleibt die jeweilige Aussage der Verfahren hinsichtlich der zu wählenden Standortalternative bestehen. Die Auswirkungen des Weglassens einzelner Kriterien gestaltet sich unterdessen schwierig, da die Präferenzinformationen zu einem gegebenen Kriterienset erhoben wurden und die Wertsysteme für jede Veränderung dieses Sets neu erstellt werden müssten. Ebenfalls stabil zeigen sich alle drei Verfahren gegenüber einer Veränderung der normierten partiellen Wertfunktionen. Auch wenn die partiellen Wertfunktionen innerhalb der Werte der 27 betrachteten Regionen neu normiert werden, hat dies im Vergleich zur angewandten Normierung keinen Einfluss auf die jeweiligen Empfehlungen. Innerhalb der spielbasierten Kreuzeffizienz bleibt der Landkreis München der kreisfreien Stadt München überlegen und somit die beste Wahl für Unternehmen aus dem Bereich der Produktion und Verarbeitung von Hochleistungswerkstoffen. Auch die Ergebnisse der Supereffizenz bleiben von der Veränderung der Normierung unberührt, sodass hier weiterhin die kreisfreie Stadt München dem Landkreis München vorgezogen wird.

4 Fazit

Methodisch konnte gezeigt werden, dass mithilfe der DEA und verschiedenen Erweiterungen ein Auswahlproblem auch bei nicht vollständigen Präferenzinformationen weitestgehend gelöst werden kann, ohne die fehlenden Informationen durch subjektive Annahmen ersetzen zu müssen. So wurde aus 27 als Standort infrage kommenden Regionen eine, entsprechend der erhobenen Wertsysteme der Experten aus dem Bereich der Produktion von Hochleistungswerkstoffen, beste Alternative identifiziert. Hierfür wurden zunächst durch einen Analytic Hierarchy Process die Präferenzinformationen erhoben und anschließend durch Assurance Regions in das DEA-Modell eingearbeitet. Da die resultierende Diskriminierungsmacht des beschränkten Modells nicht für eine eindeutige Aussage ausreichte, wurden drei Wege mit ihren jeweiligen Ergebnissen aufgezeigt, die zu einer weiteren Steigerung verwendet werden können. Neben zwei bereits in der Literatur aufgezeigten Ansätzen wurde der bisher noch nicht verfolgte Weg der beschränkten spielbasierten Kreuzeffizienz vorgeschlagen, der die Arbeiten von Thompson et al. (1986) und Liang et al. (2008b) verbindet und zu einer eindeutigen Empfehlung kommt.

Inhaltlich konnte gezeigt werden, dass aus den 27 berücksichtigten Regionen unter der Annahme linearer Wertfunktionen bei den Entscheidungsträgern nur der Landkreis und die kreisfreie Stadt München für die gegebenen Wertsysteme am attraktivsten sind. Auch das Verschärfen der Grenzen in Richtung des medianen Wertsystems änderte nichts an der Effizienz hinsichtlich der Attraktivität der beiden Regionen. Wie weitere Berechnungen zeigen, ist die kreisfreie Stadt München die am meisten spezialisierte Region, die sich am weitesten gegenüber ihren direkten Alternativen hinsichtlich der von ihr gebotenen Vor- und Nachteile absetzen kann. Der Landkreis München hingegen überragte die 20 der 27 Regionen selbst in den für diese am schmeichelhaftesten Berwertungsschemen. Die spielbasierte Kreuzeffizienz konnte folglich auch zeigen, dass der Landkreis München für die meisten infrage kommenden Wertsysteme die attraktivste Standortalternative darstellt. Dementsprechend lässt sich zusammenfassen, dass die kreisfreie Stadt München für einen Teil der sich innerhalb der Grenzen befindenden Wertsysteme die mit Abstand attraktivste Region darstellt, der Landkreis München aber für einen weit größeren Teil der Wertsysteme die attraktivste Region ist. Die kreisfreie Stadt Augsburg ist zwar in der

Bereitstellung von Standortvorteilen im Verhältnis zu ihren Standortnachteilen werteffizient, allerdings gilt dies, wie gezeigt wurde, nicht aus Sicht des Wirtschaftsbereichs der Produktion von Hochleistungswerkstoffen, da diese den relativen Stärken der kreisfreien Stadt Augsburg weniger Relevanz beimessen als deren relativen Schwächen.

Verbesserungspotenzial bietet sich noch in der Anpassung des Auswahlproblems an das tatsächliche Standortauswahlproblem eines Unternehmens an. Hier sind verschiedene Schritte denkbar. Eine Anpassung der Kriterien und die Berücksichtigung unternehmensspezifischer Kriterien, wie die Nähe zu bereits existierenden Betriebsstätten oder eng verbundenen Zulieferern oder Kunden, wäre sinnvoll. Ebenfalls ist eine Erhebung der Präferenzinformationen anhand eines Fragebogens nur begrenzt empfehlenswert, da bei einem persönlichen Kontakt Fragen präziser formuliert und eventuell auftretende Inkonsistenzen in den Aussagen durch Nachfragen direkt beseitigt werden könnten. Auch die zur Abgrenzung der Lokalisationsvorteile verwendeten Wirtschaftszweige sind zu weit gefasst und enthalten zu viele Bereiche, die mit dem ausgewählten Wirtschaftsbereich nur begrenzt verbunden sind. Hier sollten die einbezogenen Wirtschaftsbereiche besser abgegrenzt werden. Dies wird bei bereits etablierten Wirtschaftszweigen durch die Existenz eines eigenen WZ2008-Codes sehr erleichtert. Somit stellt dieser Teil der Arbeit lediglich einen, an einem praxisnahen Beispiel vorgeführten, Methodenvorschlag zum Umgang mit ähnlich gelagerten Problemstellungen dar.

Teil VI

Abschließende Gedanken

Das formulierte Ziel der vorliegenden Arbeit war, ein Ranking aller deutschen Landkreise und kreisfreien Städte hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Zukunftsaussichten zu erstellen, ohne den gegebenen Informationsstand durch subjektive Annahmen zu erhöhen.

Zu diesem Zweck wurden grundsätzliche Überlegungen über das Konzept eines Rankings angestellt, aus denen folgte, dass ein Ranking nicht ohne ein verfügbares Wertsystem eines Entscheiders erstellt werden kann. Bestehende Rankings weisen jedoch die Problematik auf, dass es keinen Anhaltspunkt gibt, wie ein solches Wertsystem für die Abbildung der wirtschaftlichen Zukunftsaussichten auszusehen hat. Entsprechend unterschiedlich fallen die Interpretationen in den Veröffentlichungen und damit auch deren Ergebnisse aus. In der vorliegenden Arbeit wurde das Problem umgangen, indem das Standortauswahlproblem der Unternehmen als Basis des Rankings gesetzt wurde und somit das Wertsystem von Unternehmen auf Standortsuche diese Lücke füllen kann. Der dahinterstehende Gedanke ist, dass nur solche Regionen gute wirtschaftliche Zukunftsaussichten aufweisen, die Unternehmen im regionalen Standortwettbewerb für sich gewinnen und an sich binden können. Dieses Vorgehen liefert den methodischen Ansatzpunkt, das immer noch unbekannte Wertsystem, zumindest anhand von Aussagen aus Theorie und Empirie über das Standortverhalten von Unternehmen, ausreichend annähern zu können.

Wenn anhand der Wertsysteme von Unternehmen ein vollständiges Ranking aller Landkreise und kreisfreien Städte erstellt werden soll, müssen zunächst die Probleme gelöst werden, die aus folgenden zwei Tatsachen resultieren: Die Wertsysteme der relevanten Unternehmen sind nicht bekannt und darüber hinaus fallen diese, wie Studien zeigen, über die Gesamtheit der relevanten Unternehmen sehr unterschiedlich aus. Dies führt dazu, dass die typischerweise zur Lösung von Rankingproblemen verwendeten Methoden der multikriteriellen Entscheidungshilfe nicht anwendbar sind. Zum einen, da sie das kollektive Wertsystem aller Unternehmen verwenden würden, um die Regionen in eine Rangfolge zu bringen, was entsprechend dem Umstand, dass die Standortentscheidung eine anhand der individuellen Wertsysteme getroffene Einzelunterscheidung der Unternehmen ist, ein Fehler wäre. Zum anderen, da die individuellen Wertsysteme nicht bekannt sind, was deren direkte Verwendung sowie Aggregation ausschließt.

Für den Umgang mit diesen Schwierigkeiten wurde mit der Data Envelopement Analyse ein Verfahren genutzt, das bisher noch nicht im Umfeld von Regionenrankings verwendet wurde. Dieses ermöglicht, bei entsprechender Ausgestaltung, die Einzelentscheidungen der Unternehmen zu berücksichtigen, ohne gleichzeitig die individuellen Wertsysteme zu kennen oder anzunehmen, was die Notwendigkeit subjektiver Annahmen über das zu verwendende Wertsystem drastisch reduziert. Benötigt werden lediglich Annahmen hinsichtlich der allgemeinen Form der Wertsysteme und des Sets der relevanten Kriterien.

Letztere können aus wissenschaftlichen Quellen und Umfragen abgeleitet und anhand verschiedener wirtschaftlicher Kennzahlen approximiert werden.

Das in vorliegender Arbeit vorgeschlagene Verfahren ermöglicht das Erreichen des vorab formulierten Ziels, ein möglichst wenig subjektives und aussagekräftiges Ranking zu erstellen, dass die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten der Regionen adäquat wiedergibt. Diese Arbeit grenzt sich demzufolge entscheidend von bisher veröffentlichten Regionenrankings ab, in denen die Rangfolge anhand eines einzigen Wertsystems gebildet wurde, das auf den subjektiven Ansichten der dazugehörigen Autoren basierte. Aus diesem Grund sollten die in diesen Rankings getroffenen Aussagen nur mit großer Vorsicht verwendet werden. Ebenso wurden bisher administrative Grenzen für die Berechnung der berücksichtigten Indikatoren verwendet, was zu Verzerrungen führt, sobald Pendlerflüsse zwischen den zu beurteilenden Regionen existieren. Um diesem Punkt Rechnung zu tragen, wurden bei der Berechnung der zur Messung der Zielerfüllungsgrade verwendeten Indikatoren überregionale Zusammenhänge berücksichtigt.

Ohne zusätzliche Informationen lassen sich anhand der entwickelten Methode Angaben über die relative Attraktivität einer Region im regionalen Standortwettbewerb und damit über die wirtschaftlichen Zukunftsaussichten der Region machen. Auch Aussagen hinsichtlich der Wertsysteme von Unternehmen, die die Region besonders interessant finden, lassen sich treffen. Ebenso ist eine Analyse der Stärken und Schwächen der Region und die Benennung der überregionalen Konkurrenten möglich. Alle diese Bewertungen erfolgen ausschließlich unter Ausnutzung des Effizienzkonzepts und ohne Rückgriff auf Präferenzinformationen. Für darüber hinausgehende Aussagen sind zusätzliche Informationen hinsichtlich der Wertsysteme der Unternehmen notwendig. Wie diese dazu verwendet werden können, um den Aussagegehalt weiter zu erhöhen, wurde im letzten Teil der vorliegenden Arbeit exemplarisch dargestellt. So wurde gezeigt, wie das vorgeschlagene Verfahren zu einem Hilfsmittel in der Standortwahl einer definierten Gruppe von Unternehmen weiterentwickelt werden kann. Hierfür wurden Charakteristika und zusätzlich erhobene Präferenzinformationen der Unternehmen zur Einschränkung der möglichen Wertfunktionen in das Verfahren integriert. Dies erhöht die Diskriminierungsmacht des Verfahrens und ermöglicht spezifischere Aussagen, als dies im allgemeinen Modell der Fall war. Die daraus resultierenden Informationen können damit direkt durch das Unternehmen als Hilfestellung bei der Standortwahl, oder indirekt von den Regionen zur Bestimmung der eigenen Attraktivität im Wettbewerb um die ausgewählten Unternehmen verwendet werden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die anhand der vorgeschlagenen Verfahren getroffenen Bewertungen einer Region zu einem gegebenen Informationsstand den maximal möglichen objektiv zu tätigenden Aussagegehalt darstellen.

Literatur

Acosta, M., D. Coronado und E. Flores (2011). „University spillovers and new business location in high-technology sectors: Spanish evidence". In: *Small Business Economics*, Bd. 36, Nr. 3, S. 365–376.

Aczél, J. und C. Alsina (1986). „On synthesis of judgments". In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 20, Nr. 6, S. 333–339.

Adler, N., L. Friedman und Z. Sinuany-Stern (2002). „Review of ranking methods in the data envelopment analysis context". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 140, Nr. 2, S. 249–265.

Agarwal, P., M. Sahai, V. Mishra, M. Bag und V. Singh (2011). „A review of multi-criteria decision making techniques for supplier evaluation and selection". In: *International Journal of Industrial Engineering Computations*, Bd. 2, Nr. 4, S. 801–810.

Agostini, C. (2007). „The impact of state corporate taxes on FDI location". In: *Public Finance Review*, Bd. 35, Nr. 3, S. 335–360.

Ali, A., W. Cook und L. Seiford (1991). „Strict vs. weak ordinal relations for multipliers in data envelopment analysis". In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 6, S. 733–738.

Ali, A. und L. Seiford (1990). „Translation invariance in data envelopment analysis". In: *Operations Research Letters*, Bd. 9, S. 403–405.

Allen, R., A. Athanassopoulos, R. Dyson und E. Thanassoulis (1997). „Weights restrictions and value judgements in data envelopment analysis: evolution, development and future directions". In: *Annals of Operations*, Bd. 73, S. 13–34.

Andersen, P. und N. Petersen (1993). „A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis". In: *Management science*, Bd. 39, Nr. 10, S. 1261–1265.

Anderson, T. (2004). „Benchmarking in sports". In: *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Hrsg. von William W. Cooper, Lawrence M. Seiford und Joe Zhu. 1. Aufl. New York, Boston, Dordrecht, London, Moskau: Kluwer Academic Publishers. Kap. 15, S. 443–454.

Angulo-Meza, L. und M. Lins (2002). „Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis". In: *Annals of Operations Research*, Bd. 116, S. 225–242.

Arauzo-Carod, J. (2005). „Determinants of industrial location: An application for catalan municipalities". In: *Papers in Regional Science*, Bd. 84, Nr. 1, S. 105–120.

Arauzo-Carod, J. und M. Manjón-Antolín (2004). „Firm size and geographical aggregation: An empirical appraisal in industrial location". In: *Small Business Economics*, Bd. 22, Nr. 3-4, S. 299–312.

Armington, C. und Z. Acs (2002). „The determinants of regional variation in new firm formation". In: *Regional Studies*, Bd. 36, Nr. 1, S. 33–45.

Armstrong, W. (1939). „The determinateness of the utility function". In: *The Economic Journal*, Bd. 49, Nr. 195, S. 453–467.

– (1950). „A note on the theory of consumer's behaviour". In: *Oxford Economic Papers*, Bd. 2, Nr. 1, S. 119–122.

Arrow, K. (1950). „A difficulty in the concept of social welfare". In: *The Journal of Political Economy*, Bd. 58, Nr. 4, S. 328–346.

– (1963). *Social choice and individual values*. 2nd. 12. New York: Wiley.

Athanassopoulos, A. (1996). „Assessing the comparative spatial disadvantage (CSD) of regions in the European Union using non-radial data envelopment analysis methods". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 94, Nr. 3, S. 439–452.

Athanassopoulos, A. und John Karkazis (1997). „The efficiency of social and economic image projection in spatial configurations". In: *Journal of Regional Science*, Bd. 37, Nr. 1, S. 75–97.

Athanassopoulos, A. und J. Storbeck (1995). „Non-parametric models for spatial efficiency". In: *Journal of Productivity Analysis*, Bd. 6, Nr. 3, S. 225–245.

Audretsch, D. (1998). „Agglomeration and the location of innovative activity". In: *Oxford Review of Economic Policy*, Bd. 14, Nr. 2, S. 18–29.

Audretsch, D. und M. Fritsch (1994). „The geography of firm births in germany". In: *Regional Studies*, Bd. 28, Nr. 4, S. 359–365.

Audretsch, D. und E. Lehmann (2005). „Does the knowledge spillover theory of entrepreneurship hold for regions?" In: *Research Policy*, Bd. 34, Nr. 8, S. 1191–1202.

Audretsch, D., E. Lehmann und S. Warning (2004). „University spillovers: Does the kind of science matter?" In: *Industry and Innovation*, Bd. 11, Nr. 3, S. 193–205.

– (2005). „University spillovers and new firm location". In: *Research Policy*, Bd. 34, Nr. 7, S. 1113–1122.

Bade, F.-J. und E. Nerlinger (2000). „The spatial distribution of new technology-based firms: Empirical results for West-Germany". In: *Papers in Regional Science*, Bd. 79, Nr. 2, S. 155–176.

Baker, R. und S. Talluri (1997). „A closer look at the use of data envelopment analysis for technology selection". In: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 32, Nr. 1, S. 101–108.

Balakrishnan, P., A. Desai und J. Storbeck (1994). „Efficiency evaluation of retail outlet networks". In: *Environment and Planning B: Planning and Design*, Bd. 21, Nr. 4, S. 477–488.

Baldwin, R. und P. Krugman (2004). „Agglomeration, integration and tax harmonisation“. In: *European Economic Review*, Bd. 48, Nr. 1, S. 1–23.

Bannister, Geoffrey J. und Chandler Stolp (1995). „Regional concentration and efficiency in mexican manufacturing“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 80, Nr. 3, S. 672–690.

Baptista, R. und J. Mendonça (2010). „Proximity to knowledge sources and the location of knowledge-based start-ups“. In: *The Annals of Regional Science*, Bd. 45, Nr. 1, S. 5–29.

Baranes, E. und J.-P. Tropeano (2003). „Why are technological spillovers spatially bounded? A market orientated approach“. In: *Regional Science and Urban Economics*, Bd. 33, Nr. 4, S. 445–466.

Barbera, S. (1980). „Pivotal voters: A new proof of Arrow's theorem“. In: *Economics Letters*, Bd. 6, S. 13–16.

Barda, H., J. Dupuis und P. Lencioni (1990). „Multicriteria location of thermal power plants“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 45, Nr. 2-3, S. 332–346.

Barkley, D., R. Dahlgran und S. Smith (1988). „High-technology manufacturing in the nonmetropolitan west: Gold or just glitter“. In: *Agricultural & Applied Economics Association*, Bd. 70, Nr. 3, S. 560–571.

Barrios, S. (2006). „Multinationals' location choice, agglomeration economies, and public incentives“. In: *International Regional Science Review*, Bd. 29, Nr. 1, S. 81–107.

Basile, R. (2004). „Acquisition versus greenfield investment: The location of foreign manufacturers in Italy“. In: *Regional Science and Urban Economics*, Bd. 34, Nr. 1, S. 3–25.

Basile, R., D. Castellani und A. Zanfei (2009). „National boundaries and the location of multinational firms in Europe“. In: *Papers in Regional Science*, Bd. 88, Nr. 4, S. 733–748.

Bea, F. und M. Schweitzer (2009). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre 1*. 10. Aufl. Stuttgart: Lucius & Lucius.

Beasley, J. (1990). „Comparing university departments“. In: *Omega*, Bd. 18, Nr. 2, S. 171–183.

Becker, S., P. Egger und V. Merlo (2012). „How low business tax rates attract MNE activity: Municipality-level evidence from Germany“. In: *Journal of Public Economics*, Bd. 96, Nr. 9-10, S. 698–711.

Behzadian, M., R. Kazemzadeh, A. Albadvi und M. Aghdasi (2010). „PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications“. In: *European Journal Of Operational Research*, Bd. 200, Nr. 1, S. 198–215.

Belton, V. (1986). „A comparison of the analytic hierarchy process and a simple multi-attribute value function“. In: *European Journal Of Operational Research*, Bd. 26, S. 7–21.

Belton, V. und T. Stewart (1999). „DEA and MCDMA: Competing or complementary approaches?“ In: *Advances in Decision Analysis.* Hrsg. von Nadine Meskens und Marc Roubens. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. Kap. 6, S. 87–104.

Belton, V. und S. Vickers (1993). „Demystifying DEA-a visual interactive approach based on multiple criteria analysis“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 44, Nr. 9, S. 883–896.

Berlemann, M. und J. Tilgner (2006). „Determinanten der Standortwahl von Unternehmen - ein Literaturüberblick“. In: *ifo Dresden berichtet*, Bd. 16, Nr. 6, S. 14–24.

– (2007). „Determinanten der innerdeutschen Standortwahl von Unternehmen - Ergebnisse einer empirischen Analyse“. In: *ifo Dresden berichtet*, Bd. 14, Nr. 3, S. 14–22.

Blonigen, B. und M. Slaughter (2001). „Foreign-affiliate activity and U.S. skill upgrading“. In: *Review of Economics and Statistics*, Bd. 83, Nr. 2, S. 362–376.

Borck, R. und M. Pflüger (2006). „Agglomeration and tax competition“. In: *European Economic Review*, Bd. 50, Nr. 3, S. 647–668.

Borda, J.-C. (1781). *Mémoire sur les élections et scrutins.* Paris: Histoire de l'Académie Royale de Sciences.

Bouyssou, D. (1990). „Building criteria: A prerequisite for MCDA“. In: *Readings in Multiple Criteria Decision Aid.* Hrsg. von C A Bana e Costa. 1985. Springer-Verlag, Berlin, S. 58–80.

– (1999). „Using DEA as a tool for MCDM: Some remarks“. In: *The Journal of the Operational Research Society*, Bd. 50, Nr. 9, S. 974–978.

– (2009). *Decision-making process: Concepts and methods.* John Wiley & Sons.

Bouyssou, D., T. Marchant, M. Pirlot, A. Tsoukiàs und P. Vincke (2006). *Evaluation and decision models with multiple criteria.* New York: Springer.

Bouyssou, D. und M. Pirlot (2005). „Conjoint measurement tools for MCDM“. In: *Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys.* Hrsg. von José Figueira, Salvatore Greco und Matthias Ehrgott. Boston, Dordrecht, London: Springer Verlag, S. 73–130.

Braglia, M. und A. Petroni (2000). „A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection“. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Bd. 30, Nr. 2, S. 96–112.

Brans, J.-P. und P. Vincke (1985). „Note - A preference ranking organisation method“. In: *Management Science*, Bd. 31, Nr. 6, S. 647–656.

Brans, J.-P., P. Vincke und B. Mareschal (1986). „How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method“. In: *European Journal Of Operational Research*, Bd. 24, Nr. 2, S. 228–238.

Bridges, D. und G. Mehta (1995). *Representations of preference orderings.* Berlin: Springer.

Brülhart, M., M. Jametti und K. Schmidheiny (2012). „Do agglomeration economies reduce the sensitivity of firm location to tax differentials?“ In: *The Economic Journal*, Bd. 122, Nr. 1999, S. 1069–1093.

Cader, H., J. Crespi und J. Leatherman (2013). „What factors affect information technology firm location choices in Middle America? An examination of regional and industrial variation in Kansas“. In: *International Regional Science Review*, Bd. 36, Nr. 2, S. 207–234.

Carrincazeaux, C., Y. Lung und A. Rallet (2001). „Proximity and localisation of corporate R&D activities“. In: *Research Policy*, Bd. 30, Nr. 5, S. 777–789.

Centrum für Hochschulentwicklung (2013). „Vielfältige Exzellenz 2012: Forschung - Anwendungsbezug - Internationalität - Studierendenorientierung“.

Charles, Vincent und Luis Felipe Zegarra (2014). „Measuring regional competitiveness through data envelopment analysis: A peruvian case“. In: *Expert Systems with Applications*, Bd. 41, Nr. 11, S. 5371–5381.

Charlot, S. und S. Paty (2007). „Market access effect and local tax setting: Evidence from french panel data“. In: *Journal of Economic Geography*, Bd. 7, Nr. 3, S. 247–263.

– (2010). „Do agglomeration forces strengthen tax interactions?“ In: *Urban Studies*, Bd. 47, Nr. 5, S. 1099–1116.

Charnes, A, W W Cooper und S Li (1989). „Using data envelopment analysis to evaluate efficiency in the economic performance of chinese cities“. In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 23, Nr. 6, S. 325–344.

Charnes, A., W. Cooper und E. Rhodes (1978). „Measuring the efficiency of decision making units“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 2, Nr. 6, S. 429–444.

Ciccone, A. und R. Hall (1996). „Productivity and the density of economic activity“. In: *The American Economic Review*, Bd. 86, Nr. 1, S. 54–70.

Coelli, T., D. Prasada Rao und G. Battese (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. 1st. Norwell: Kluwer Academic Publishers.

Combes, P.-P., G. Duranton, L. Gobillon, D. Puga und S. Roux (2012). „The productivity advantages of large cities: Distinguishing agglomeration from firm selection“. In: *Econometrica*, Bd. 80, Nr. 6, S. 2543–2594.

Cook, W. und R. Green (2003). „Selecting sites for new facilities using data envelopment analysis“. In: *Journal of Productivity Analysis*, Bd. 19, Nr. 1, S. 77–91.

Cook, W., A. Kazakov und Y. Roll (1994). „On the measurement and monitoring of relative efficiency of highway maintenance patrols“. In: *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Springer Verlag. Kap. 10, S. 195–210.

Cook, W., A. Kazakov, Y. Roll und L. Seiford (1991). „A data envelopment approach to measuring efficiency: Case analysis of highway maintenance patrols“. In: *The Journal of Socio-Economics*, Bd. 20, Nr. 1, S. 83–103.

Cook, W. und L. Seiford (2009). „Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 192, Nr. 1, S. 1–17.

Cooper, W., L. Seiford und K. Tone (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses*. 1st. New York: Springer Verlag.

Cooper, W., L. Seiford und J. Zhu (2011). „Data envelopment analysis: History, models, and interpretations“. In: *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Hrsg. von William W. Cooper, Lawrence M. Seiford und Joe Zhu. 2. Aufl. New York: Springer Verlag, S. 1–39.

Cooper, W. und K. Tone (1997). „Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 99, Nr. 1, S. 72–88.

Coughlin, C. und E. Segev (2000). „Location determinants of new foreign-owend manufactoring plants“. In: *Journal of Regional Science*, Bd. 40, Nr. 2, S. 323–351.

Coughlin, C., J. Terza und V. Arromdee (1991). „State characteristics and the location of foreign direct investment within the United States“. In: *The Review of Economics and Statistics*, Bd. 73, Nr. 4, S. 675–683.

Crozet, M., T. Mayer und J.-L. Mucchielli (2004). „How do firms agglomerate? A study of FDI in France“. In: *Regional Science and Urban Economics*, Bd. 34, Nr. 1, S. 27–54.

Desai, A. und J. Storbeck (1990). „A data envelopment analysis for spatial efficiency“. In: *Computers, Environment and Urban Systems*, Bd. 14, S. 145–156.

Despotis, D. (2002). „Improving the discriminating power of DEA: focus on globally efficient units“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 53, Nr. 3, S. 314–323.

Destatis (2012). *Realsteuervergleich - Fachserie 14 Reihe 10.1 - 2011*. Techn. Ber. September. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Devereux, M. und R. Griffith (1998). „Taxes and the location of production: evidence from a panel of US multinationals“. In: *Journal of Public Economics*, Bd. 68, Nr. 3, S. 335–367.

Devereux, M., R. Griffith und H. Simpson (2007). „Firm location decisions, regional grants and agglomeration externalities“. In: *Journal of Public Economics*, Bd. 91, Nr. 3-4, S. 413–435.

Doyle, J. und R. Green (1994). „Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivations, meanings and uses“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 45, Nr. 5, S. 567–578.

– (1995). „On maximizing discrimination in multiple criteria decision making“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 46, Nr. 2, S. 192–204.

Duranton, G., L. Gobillon und H. Overman (2011). „Assessing the effects of local taxation using microgeographic data“. In: *The Economic Journal*, Bd. 121, Nr. 555, S. 1017–1046.

Duranton, G. und D. Puga (2004). „Micro-foundations of urban agglomeration economies“. In: *Handbook of Regional and Urban Economics.* Hrsg. von Vernon J. Henderson und Jacques-François Thisse. Elsevier. Kap. 48, S. 2063–2117.

Dyer, J. (2005). „Maut - Multiattribute utility theory“. In: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys.* Hrsg. von José Figueira, Salvatore Greco und Matthias Ehrgott. Berlin u.a.: Springer Verlag, S. 265–292.

Dyson, R., R. Allen, A. Camanho, V. Podinovski, C. Sarrico und E. Shale (2001). „Pitfalls and protocols in DEA“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 132, Nr. 2, S. 245–259.

Dyson, R. und E. Thanassoulis (1988). „Reducing weight flexibility in data envelopment analysis“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 39, Nr. 6, S. 563–576.

Eckey, H.-F., R. Kosfeld und M. Türck (2006). „Abgrenzung deutscher Arbeitsmarktregionen“. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Bd. 64, Nr. 4, S. 299–309.

Edwards, W. und D. von Winterfeldt (1986). *Decision analysis and behavioral research.* 1. Cambridge: Cambridge University Press.

Eisenführ, F., M. Weber und T. Langer (2010). *Rationales Entscheiden.* 5. Auflage. Springer-Verlag, Berlin.

Emrouznejad, A., B. Parker und G. Tavares (2008). „Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA“. In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 42, Nr. 3, S. 151–157.

Fabel, O., E. Lehmann und S. Warning (2002). „Der relative Vorteil deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Fachbereiche im Wettbewerb um studentischen Zuspruch“. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung*, Bd. 54, S. 509–526.

Fallgatter, M. (2006). „Standortwahl bei Unternehmensgründungen“. In: *Das Wirtschaftsstudium*, Bd. 35, Nr. 1, S. 75–80.

Figueira, J., S. Greco und M. Ehrgott (2005). *Multiple criteria decision analysis - State of the art surveys.* Boston, Dordrecht, London: Springer Verlag.

Figueira, J., V. Mousseau und B. Roy (2005). „ELECTRE methods“. In: *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys.* Hrsg. von José Figueira, Salvatore Greco und Matthias Ehrgott. New York: Springer. Kap. 4, S. 133–162.

Figueiredo, O., P. Guimarães und D. Woodward (2002). „Home-field advantage: Location decisions of Portuguese entrepreneurs“. In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 52, Nr. 2, S. 341–361.

Fischer, G. (1995). „Range sensitivity of attribute weights in multiattribute value models“. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Bd. 62, Nr. 2, S. 252–266.

Fischer, M. und A. Varga (2003). „Spatial knowledge spillovers and university research: Evidence from Austria“. In: *The Annals of Regional Science*, Bd. 37, Nr. 2, S. 303–322.

Fishburn, P. (1967). „Methods of estimating additive utilities“. In: *Management Science*, Bd. 13, Nr. 7, S. 435–453.

Fishburn, P. (1970). „Arrow's impossibility theorem: Concise proof and infinite voters". In: *Journal of Economic Theory*, Bd. 106, S. 103–106.

– (1978). „A survey of multiattribute/multicriterion evaluation theories". In: *Multiple Criteria Problem Solving*. Hrsg. von S. Zionts. Berlin u.a.: Springer, S. 181–224.

– (1999). „Preference structures and their numerical representations". In: *Theoretical Computer Science*, Bd. 217, Nr. 2, S. 359–383.

Friedman, L. und Z. Sinuany-Stern (1998). „Combining ranking scales and selecting variables in the data envelopment analysis context: The case of industrial branches". In: *Computers & Operations Research*, Bd. 25, Nr. 9, S. 781–791.

Fujita, M., P. Krugman und A. Venables (1999). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. Bd. 67. 2. Cambridge: MIT Press, S. 491.

Fujita, M. und T. Mori (1996). „The role of ports in the making of major cities: Self-agglomeration and hub-effect". In: *Journal of Development Economics*, Bd. 49, S. 93–120.

Fujita, M. und J.-F. Thisse (2002). *Economics of agglomeration - Cities, industrial location, and regional growth*. 1. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press.

Geanakoplos, J. (2005). „Three brief proofs of Arrow's Impossibility Theorem". In: *Economic Theory*, Bd. 26, Nr. 1, S. 211–215.

Georgopoulou, E., D. Lalas und L. Papagiannakis (1997). „A multicriteria decision aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 103, Nr. 1, S. 38–54.

Goetz, S. und R. Morgan (1995). „State-level locational determinants of biotechnology firms". In: *Economic Development Quarterly*, Bd. 9, Nr. 2, S. 174–184.

Goetz, S. und A. Rupasingha (2002). „High-tech firm clustering: Implications for rural areas". In: *American Journal of Agricultural Economics*, Bd. 84, Nr. 5, S. 1229–1236.

Golany, B. (1988). „Note—A note on including ordinal relations among multipliers in data envelopment analysis". In: *Management Science*, Bd. 34, Nr. 8, S. 1029–1033.

Graham, D. (2009). „Identifying urbanisation and localisation externalities in manufacturing and service industries". In: *Papers in Regional Science*, Bd. 88, Nr. 1, S. 63–84.

Green, R., J. Doyle und W. Cook (1996). „Preference voting and project ranking using data envelopment analysis and cross-evaluation". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 90, S. 461–472.

Guimarães, P., O. Figueiredo und D. Woodward (2000). „Agglomeration and the location of foreign direct investment in Portugal". In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 47, Nr. 2000, S. 115–135.

Haas, H.-D. und S.-M. Neumair (2008). *Wirtschaftsgeographie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgemeinschaft e.V.

Hackler, D. (2003). „High-tech location in five metropolitan areas“. In: *Journal of urban affairs*, Bd. 25, Nr. 5, S. 625–640.

Halme, M., T. Joro und P. Korhonen (1999). „A value efficiency approach to incorporating preference information in data envelopment analysis“. In: *Management Science*, Bd. 45, Nr. 1, S. 103–115.

Han, J.-J., H. Lee und I. Lee (2012). „Firm heterogeneity and location choice: The case of south korean manufacturing multinationals“. In: *Journal of East Asian Economic Integration*, Bd. 16, Nr. 4, S. 315–331.

Hanson, G. (2005). „Market potential, increasing returns and geographic concentration“. In: *Journal of International Economics*, Bd. 67, Nr. 1, S. 1–24.

Harhoff, D. (1999). „Firm formation and regional spillovers - evidence from Germany“. In: *Economics of Innovation and New Technology*, Bd. 8, S. 27–55.

– (2000). „R&D spillovers, technological proximity, and productivity growth - evidence from German panel data“. In: *Schmalenbach Business Review (sbr)*, Bd. 52, Nr. July, S. 238–260.

Harris, C. (1954). „The market as a factor in the localization of Industry in the United States“. In: *Annals of the Association of American Geographers*, Bd. 44, Nr. 4, S. 315–348.

Hashimoto, Akihiro und Hitoshi Ishikawa (1993). „Using DEA to evaluate the state of society as measured by multiple social indicators“. In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 27, Nr. 4, S. 257–268.

Head, K. und T. Mayer (2004). „The empirics of agglomeration and trade“. In: *Handbook of regional and urban economics*. Hrsg. von V. Henderson und J.-F. Thisse, S. 2609–2669.

Helsley, R. und W. Strange (1990). „Matching and agglomeration economies in a system of cities“. In: *Regional Science and Urban Economics*, Bd. 20, Nr. 2, S. 189–212.

Henderson, J. (1994). „Where does an industry locate?“ In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 35, Nr. 1, S. 83–104.

– (2003). „Marshall's scale economies“. In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 53, Nr. 1, S. 1–28.

Hill, S. und M. Munday (1991). „The determinants of inward investment: A welsh analysis“. In: *Applied Economics*, Bd. 23, Nr. 11, S. 1761–1769.

Ho, W., X. Xu und P. Dey (2010). „Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 202, Nr. 1, S. 16–24.

Hokkanen, J. und P. Salminen (1997). „Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 98, Nr. 1, S. 19–36.

Holl, A. (2004). „Start-ups and relocations: Manufacturing plant location in Portugal". In: *Papers in Regional Science*, Bd. 83, Nr. 4, S. 649–668.

Holmes, T. (1999). „Localization of industry and vertical disintegration". In: *Review of Economics and Statistics*, Bd. 81, Nr. 2, S. 314–325.

Humphreys, P., G. Huang und T. Cadden (2005). „A web-based supplier evaluation tool for the product development process". In: *Industrial Management & Data Systems*, Bd. 105, Nr. 2, S. 147–163.

IHK Bodensee-Oberschwaben (2012). *Ergebnisse der IHK-Umfrage zur Standortzufriedenheit 2012*.

IHK Koblenz (2007). *Stärken stärken - Defizite beseitigen - Schlüsselfaktoren ausbauen*.

IHK Lippe zu Detmold (2009). *Wirtschaftsstandort Lippe - Ergebnisse der IHK Standortumfrage 2009*.

IHK Stuttgart (2013). *Wie zufrieden sind Unternehmen mit dem Standort Göppingen ?*

IHK Ulm (2012). *Standortumfrage 2012 im Regierungsbezirk Tübingen*.

Institut der deutschen Wirtschaft (2013). *Die Steuerbelastung der Unternehmen in Deutschland*. Berlin u.a.

Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. Harmondsworth u.a.: Penguin Books Ltd.

Jaffe, A., M. Trajtenberg und R. Henderson (1993). „Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations". In: *Quarterly Journal of Economics*, Bd. 108, Nr. 3, S. 577–598.

Karkazis, J und E Thanassoulis (1998). „Assessing the effectiveness of regional development policies in northern greece using data envelopment analysis". In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 32, Nr. 2, S. 123–137.

Kaufmann, D., D. Schwartz, A. Frenkel und D. Shefer (2003). „The role of location and regional networks for biotechnology firms in Israel". In: *European Planning Studies*, Bd. 11, Nr. 7, S. 823–840.

Keeble, D., P. Owens und C. Thompson (1982). „Regional accessibility and economic potential in the European community". In: *Regional Studies*, Bd. 16, Nr. 6, S. 419–432.

Keeney, R. (2007). „Developing obejctives and attributes". In: *Advances in Decision Analysis - From Foundations to Applications*. Hrsg. von Ward Edwards, Ralph Miles und Detlof von Winterfeld. Cambridge: Cambridge University Press. Kap. 7, S. 104–128.

Keeney, R. und R. Gregory (2005). „Selecting attributes to measure the achievement of objectives". In: *Operations Research*, Bd. 53, Nr. 1, S. 1–11.

Keeney, R. und H. Raiffa (2003). *Decisions with multiple objectives*. Cambridge: Cambridge University Press.

Keeney, R. und D. von Winterfeldt (2007). „Practical value models". In: *Advances in Decision Analysis - From Foundations to Applications*. Hrsg. von Ward Edwards, Ralph Miles und Detlof von Winterfeld. Cambridge: Cambridge University Press. Kap. 13, S. 232–252.

Khouja, M. (1995). „The use of data envelopment analysis for technology selection“. In: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 28, Nr. 1, S. 123–132.

Kirchhoff, B. und S. Newbert (2007). „The influence of university R&D expenditures on new business formations and employment growth“. In: *Entrepreneurship Theory and Practice*, Bd. 31, Nr. 4, S. 543–559.

Kopela, J., A. Lehmusvaara und J. Nisonen (2007). „Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies“. In: *International Journal of Production Economics*, Bd. 108, Nr. 1-2, S. 135–142.

Köppel, Matthias (2015). „Lokalisationsvorteile bei der Produktion von Hochleistungswerkstoffen“. Dissertation. Universität Augsburg.

Kosfeld, R. und A. Werner (2012). „Deutsche Arbeitsmarktregionen – Neuabgrenzung nach den Kreisgebietsreformen 2007–2011“. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Bd. 70, Nr. 1, S. 49–64.

Koster, H., J. van Ommeren und P. Rietveld (2013). „Agglomeration economies and productivity: A structural estimation approach using commercial rents“. In: *Economica*, Bd. forthcomin.

Krantz, D., D. Luce, P. Suppes und A. Tversky (1971). *Foundations of measurement - additive and polynomial representations*. Vol. 1. New York: Academic Press.

Krugman, P. (1991a). *Geography and trade*. Leuven University: MIT Press.

– (1991b). „Increasing returns and economic geography“. In: *The Journal of Political Economy*, Bd. 99, Nr. 3, S. 483–499.

– (1998). „What's new about the new economic geography?“ In: *Oxford Review of Economic Policy*, Bd. 14, Nr. 2, S. 7–17.

Lee, K.-D., S.-J. Hwang und M.-H. Lee (2012). „Agglomeration economies and location choice of Korean manufacturers within the United States“. In: *Applied Economics*, Bd. 44, Nr. 2, S. 189–200.

Liang, L., J. Wu, W. Cook und J. Zhu (2008a). „Alternative secondary goals in DEA cross-efficiency evaluation“. In: *International Journal of Production Economics*, Bd. 113, Nr. 2, S. 1025–1030.

– (2008b). „The DEA game cross-efficiency model and its nash equilibrium“. In: *Operations Research*, Bd. 56, Nr. 5, S. 1278–1288.

Linton, J., S. Walsh und J. Morabito (2002). „Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio“. In: *R&D Management*, Bd. 32, Nr. 2, S. 139–148.

Liu, J., F.-Y. Ding und V. Lall (2000). „Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement“. In: *Supply Chain Mangement: An International Journal*, Bd. 5, Nr. 3, S. 143–150.

Luce, D. (1956). „Semiorders and a theory of utility discrimination“. In: *Econometrica*, Bd. 24, Nr. 2, S. 178–191.

Luce, D. und D. von Winterfeldt (1994). „What common ground exists for descriptive, prescriptive, and normative utility theories?“ In: *Management Science*, Bd. 40, Nr. 2, S. 263–279.

Macmillan, W. D. (1986). „The estimation and application of multi-regional economic planning models using data envelopment analysis“. In: *Papers of the Regional Science Association*, Bd. 60, Nr. 1, S. 41–57.

Marchant, T. (2003). „Towards a theory of MCDM: Stepping away from social choice theory“. In: *Mathematical Social Sciences*, Bd. 45, Nr. 3, S. 343–363.

Markusen, A., P. Hall und A. Glasmeier (1986). *High tech America: The what, how, where and why of sunrise industries.* 1. Aufl. Boston: Allen & Unwin.

Marshall, A. (1920). *Principles of economics.* London: Macmillan und Co., Ltd.

Martić, Milan und Gordana Savić (2001). „An application of DEA for comparative analysis and ranking of regions in Serbia with regards to social-economic development“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 132, Nr. 2, S. 343–356.

Melitz, M. (2003). „The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity“. In: *Econometrica*, Bd. 71, Nr. 6, S. 1695–1725.

Melitz, M. und G. Ottaviano (2008). „Market size, trade and productivity“. In: *Review of Economic Studies*, Bd. 75, Nr. 1, S. 295–316.

Melo, P., D. Graham und R. Noland (2009). „A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies“. In: *Regional Science and Urban Economics*, Bd. 39, Nr. 3, S. 332–342.

Mota, I. und A. Brandão (2011). „The determinants of location choice: Single plants versus multi-plants“. In: *Papers in Regional Science*, Bd. 92, Nr. 1, S. 31–49.

Nefussi, B. und C. Schwellnus (2010). „Does FDI in manufacturing cause FDI in business services? Evidence from french firm-level data“. In: *Canadian Journal of Economics*, Bd. 43, Nr. 1, S. 180–203.

Niebuhr, A. (2000). „Räumliche Wachstumszusammenhänge-Empirische Befunde für Deutschland“. In: *HWWA Discussion Paper*, Bd. 84.

Nitzsch, R. von und M. Weber (1993). „The effect of attribute ranges on weights in multiattribute utility measurements“. In: *Management Science*, Bd. 39, Nr. 8, S. 937–943.

Oral, M., O. Kettani und P. Lang (1991). „A methodology for collective evaluation and selection of industrial R&D projects“. In: *Management Science*, Bd. 37, Nr. 7, S. 871–885.

Öztürk, M. und A. Tsoukiàs (2005). „Preference modelling“. In: *Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys.* Hrsg. von José Figueira, Salvatore Greco und Matthias Ehrgott. New York: Springer. Kap. 2, S. 27–71.

Pessanha, J., A. Marinho, L. Laurencel und M. Rubens (2013). „Implementing DEA models in the R program". In: *11th International Conference on Data Envelopement Analysis*, S. 1–28.

Pirlot, M. und P. Vincke (1997). *Semiorders - properties, represenations, applications.* Kluwer Academic Publishers.

Podinovski, V. (1999). „Side effects of absolute weight bounds in DEA models". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 115, Nr. 3, S. 583–595.

Podinovski, V. und E. Thanassoulis (2007). „Improving discrimination in data envelopment analysis: some practical suggestions". In: *Journal of Productivity Analysis*, Bd. 28, Nr. 1-2, S. 117–126.

Porter, M. und S. Stern (2001). „Innovation: Location matters". In: *Sloan Management Review MIT*, Bd. 42, Nr. 4, S. 27–36.

Prognos AG (2006). *Standortanalyse für das Land Brandenburg und die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg.*

R Core Team (2014). *R: A Language and environment for statistical computing.* Vienna, Austria.

Ramanathan, R. (2006). „Data envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the analytic hierarchy process". In: *Computers & Operations Research*, Bd. 33, Nr. 5, S. 1289–1307.

Rathelot, R. und P. Sillard (2008). „The importance of local corporate taxes in business location decisions: Evidence from french micro data". In: *The Economic Journal*, Bd. 118, Nr. 527, S. 499–514.

Reny, P. (2001). „Arrow's theorem and the Gibbard-Satterthwaite theorem: A unified approach". In: *Economics Letters*, Bd. 70, Nr. 1, S. 99–105.

Reynolds, P. (1994). „Autonomous firm dynamics and economic growth in the United States, 1986-1990". In: *Regional Studies*, Bd. 27, Nr. 4, S. 429–442.

Rosenthal, S. und W. Strange (2003). „Geography, industrial organization, and agglomeration". In: *Review of Economics and Statistics*, Bd. 85, Nr. 2, S. 377–393.

– (2004). „Evidence on the nature and sources of agglomeration economies". In: *Handbook of Regional and Urban Economics.* Hrsg. von Vernon J. Henderson und Jacques-François Thisse. Elsevier. Kap. 49, S. 2119–2171.

Roy, B. (1968). „Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE)". In: *RIRO*, Bd. 8, S. 57–75.

– (1991). „The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods". In: *Theory and decision*, Bd. 31, Nr. 1, S. 49–73.

– (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding.* 12. Springer.

– (2005). „Paradigms and challenges". In: *Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys.* Hrsg. von J Figueira, S Greco und M Ehrgott. Bd. 78. International

Series in Operations Research & Management Science. Boston, Dordrecht, London: Springer Verlag. Kap. 1, S. 3–24.

Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation.* New York: McGraw-Hill International Book Co.

– (1990). „How to make a decision : The analytic hierarchy process". In: *European Journal Of Operational Research*, Bd. 48, S. 9–26.

– (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process.* 2. Auflage. Pittsburgh: RWS Publications.

Salminen, P., J. Hokkanen und R. Lahdelma (1998). „Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 104, Nr. 3, S. 485–496.

Sarkis, J. (1999). „A methodological framework for evaluating environmentally conscious manufacturing programs". In: *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 36, Nr. 4, S. 793–810.

– (2000). „A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool". In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 123, Nr. 3, S. 543–557.

– (2007). „Preparing your data for DEA". In: *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis.* Hrsg. von Joe Zhu. Berlin u.a.: Springer Verlag. Kap. 17, S. 305–320.

Sarrico, C., S. Hogan, R. Dyson und A. Athanassopoulos (1997). „Data envelopment analysis and university selection". In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 48, Nr. 12, S. 1163–1177.

Saxenian, A. (1994). *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128.* 1st. Cambridge: Harvard University Press.

Schaffer, A., L. Simar und J. Rauland (2011). „Decomposing regional efficiency". In: *Journal of Regional Science*, Bd. 51, Nr. 5, S. 931–947.

Schartinger, D., A. Schibany und H. Gassler (2001). „Interactive relations between universities and firms: Empirical evidence for Austria". In: *The Journal of Technology Transfer*, Bd. 26, Nr. 3, S. 255–268.

Schneeweiß, C. (1991). *Planung 1: Systemanalytische und entscheidungstheoretische Grundlagen.* Springer-Verlag, Berlin.

Schwartz, D. (2006). „The regional location of knowledge based economy activities in Israel". In: *The Journal of Technology Transfer*, Bd. 31, Nr. 1, S. 31–44.

Seifert, L. und J. Zhu (1998). „Identifying excesses and deficits in chinese industrial productivity (1953 -1990): a weighted data envelopment analysis approach". In: *Omega*, Bd. 26, Nr. 2, S. 279–296.

Sen, A. (1970). *Collective choice and social welfare.* 1st. San Francisco: Holden-Day.

Sen, A. (1986). „Social choice theory“. In: *Handbook of mathematical economics.* Hrsg. von K.J. Arrow und M. Intriligator. Amsterdam: North-Holland, S. 1073–1181.

– (1995). „Rationality and social choice“. In: *The American Economic Review*, Bd. 85, Nr. 1, S. 1–24.

– (1999). „The possibility of social choice“. In: *The American Economic Review*, Bd. 89, Nr. 3, S. 349–378.

Sevkli, M., S. Lenny, S. Zaim, M. Demirbag und E. Tatoglu (2007). „An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: A case study of BEKO in Turkey“. In: *International Journal of Production Research*, Bd. 45, Nr. 9, S. 1973–2003.

Sexton, T., R. Silkman und J. Hogan (1986). „Data envelopment analysis: Critique and extensions“. In: *New Directions for Program Evaluation*, Nr. 32, S. 73–105.

Seydel, J. (2006). „Data envelopment analysis for decision support“. In: *Industrial Management & Data Systems*, Bd. 106, Nr. 1, S. 81–95.

Shang, J. und T. Sueyoshi (1995). „A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 85, Nr. 2, S. 297–315.

Shapiro, C. und J. Stiglitz (1984). „Equilibrium unemployment as a worker discipline device“. In: *The American Economic Review*, Bd. 74, Nr. 3, S. 433–444.

Shaver, J. und F. Flyer (2000). „Agglomeration economies, firm heterogeneity, and foreign direct investment in the United States“. In: *Strategic Management Journal*, Bd. 21, Nr. 12, S. 1175–1193.

Siedschlag, I., X. Zhang und D. Smith (2013). „What determines the location choice of multinational firms in the information and communication technologies sector?“ In: *Economics of Innovation and New Technology*, Bd. 22, Nr. 6, S. 581–600.

Sinuany-Stern, Z., A. Mehrez und Y. Hadad (2000). „An AHP/DEA methodology for ranking decision making units“. In: *International Transactions in Operational Research*, Bd. 7, Nr. 2, S. 109–124.

Stewart, T. (1996). „Relationships between data envelopment analysis and multicriteria decision analysis“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 47, Nr. 5, S. 654–665.

Stewart, T. und L. Scott (1995). „A scenario-based framework for multicriteria decision analysis in water resources planning“. In: *Water Resources Research*, Bd. 31, Nr. 11, S. 2835–2843.

Stuart, T. und O. Sorenson (2003). „The geography of opportunity: Spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms“. In: *Research Policy*, Bd. 32, S. 229–253.

Sueyoshi, T. (1992). „Measuring the industrial performance of chinese cities by data envelopment analysis“. In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 26, Nr. 2, S. 75–88.

Takamura, Y. und K. Tone (2003). „A comparative site evaluation study for relocating Japanese government agencies out of Tokyo“. In: *Socio-Economic Planning Sciences*, Bd. 37, Nr. 2, S. 85–102.

Thanassoulis, E., A. Boussofiane und R. Dyson (1995). „Exploring output quality targets in the provision of perinatal care in England using data envelopment analysis“. In: *European Journal Of Operational Research*, Bd. 80, Nr. 3, S. 588–607.

Thanassoulis, E., M. Portela und R. Allen (2004). „Incorporating value judgements in DEA“. In: *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Hrsg. von William W. Cooper, Lawrence M. Seiford und Joe Zhu. 1. Aufl. New York, Boston, Dordrecht, London, Moskau: Kluwer Academic Publishers. Kap. 4, S. 99–138.

Thompson, R., F. Singleton, R. Thrall und B. Smith (1986). „Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas“. In: *Interfaces*, Bd. 16, Nr. 6, S. 35–49.

Turskis, Z. und E. Zavadskas (2011). „Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview“. In: *Technological and Economic Development of Economy*, Bd. 17, Nr. 2, S. 397–427.

Tversky, A. (1969). „Intransitivity of preferences.“ In: *Psychological Review*, Bd. 76, Nr. 1, S. 31–48.

Vaidya, O. und S. Kumar (2006). „Analytic hierarchy process: An overview of applications“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 169, Nr. 1, S. 1–29.

Van Stel, A. und D. Storey (2004). „The link between firm births and job creation: Is there a upas tree effect?“ In: *Regional Studies*, Bd. 38, Nr. 8, S. 893–909.

Varga, A. (2000). „Local academic knowledge transfers and the concentration of economic activity“. In: *Journal of Regional Science*, Bd. 40, Nr. 2, S. 289–309.

Vargas, L. (1982). „Reciprocal matrices with random coefficients“. In: *Mathematical Modelling*, Bd. 3, S. 69–81.

Venables, A. (1996). „Equilibrium locations of vertically linked industries“. In: *International Economic Review*, Bd. 37, Nr. 2, S. 341–359.

Vincke, P. (1992). *Multicriteria decision-aid*. New York: Wiley.

Weber, C. (1996). „A data envelopment analysis approach to measuring vendor performance“. In: *Supply Chain Management: An International Journal*, Bd. 1, Nr. 1, S. 28–39.

Wong, Y. und J. Beasley (1990). „Restricting weight flexibility in data envelopment analysis“. In: *Journal of the Operational Research Society*, Bd. 41, Nr. 9, S. 829–835.

Woodward, D. (1992). „Locational determinants of japanese manufacturing start-ups in the United States“. In: *Southern Economic Journal*, Bd. 58, Nr. 3, S. 690–708.

Woodward, D., O. Figueiredo und P. Guimarães (2006). „Beyond the Silicon Valley: University R&D and high-technology location“. In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 60, Nr. 1, S. 15–32.

Wu, J. und L. Liang (2012). „A multiple criteria ranking method based on game cross-evaluation approach“. In: *Annals of Operations Research*, Bd. 197, Nr. 1, S. 191–200.

Wu, J., L. Liang und Y. Zha (2009). „Preference voting and ranking using DEA game cross efficiency model“. In: *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Bd. 52, Nr. 2, S. 105–111.

Wu, J., L. Liang, Y. Zha und F. Yang (2009). „Determination of cross-efficiency under the principle of rank priority in cross-evaluation“. In: *Expert Systems with Applications*, Bd. 36, Nr. 3, S. 4826–4829.

Wu, J., Z. Zhou und L. Liang (2010). „Measuring the performance of nations at beijing summer olympics using interger-valued DEA model“. In: *Journal of Sports Economics*, Bd. 11, Nr. 5, S. 549–566.

Yang, T. und C. Kuo (2003). „A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem“. In: *European Journal of Operational Research*, Bd. 147, Nr. 1, S. 128–136.

Zellner, C. und D. Fornahl (2002). „Scientific knowledge and implications for its diffusion“. In: *Journal of Knowledge Management*, Bd. 6, Nr. 2, S. 190–198.

Zhu, J. (2014). *DEA Frontier.*

A R-Code

A.1 Spielbasierte Kreuzeffizienz

```
# Alles  Löschen
rm(list=ls())


#Daten einlesen
data <- read.csv("Daten00001.csv", header=TRUE, sep=",")


#Festlegen der Anzahl von In- und Outputs
NInp<-4
NOut<-6


#Festlegen Inputs und Outputs
Inputs<-data.frame(data[c(2:(1+NInp))])
Outputs<- data.frame(data[c((2+NInp):(1+NInp+NOut))])


#Wahl Abbruchkriterium für spielbasierte Kreuzeffizienz
Abbruchkriterium<-0.0001


#Aufstellen des Maximierungsproblem des CCR-Modells
N <- dim(data)[1]
s <- dim(Inputs)[2]
m <- dim(Outputs)[2]

f.obj<-c(rep(0,1,s),as.numeric(Outputs[1,]))
f.rhs <- c(rep(0,1,N),1)
f.dir<-c(rep("<=",1,N),"=")

aux <- cbind(-1*Inputs, Outputs)


#Berechnen des CCR-Modells
for (i in 1:N) {
  f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))
  f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)))
  results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.
      sens=TRUE)
```

```
  if (i==1) {
    weights <- results$solution
    effcrs <- results$objval
    lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
  } else {
    weights <- rbind(weights, results$solution)
    effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
    lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
  }
}


#Ausgabe Ergebnisse
Ergebnisse<-effcrs
Gewichtungen<-cbind(effcrs,weights)
rownames(Gewichtungen)<-data[,1]
colnames(Gewichtungen)<-c("Effizienz",colnames(data)[-1])
write.csv(Gewichtungen, file="Gewichtungen00001.csv")


#Berechnen willkürliche Kreuzeffizienz
KREX<-matrix(ncol=N, nrow=N)
for (i in 1:N){
  if (i==1) {
    KREX<-rowSums(t(t(Outputs)*weights[i,(1+NInp):(NInp+NOut)]))/rowSums(t(t(
        Inputs)*weights[i,1:NInp])) # funktioniert
  }else{
    KREX<-cbind(KREX,rowSums(t(t(Outputs)*weights[i,(1+NInp):(NInp+NOut)]))/
        rowSums(t(t(Inputs)*weights[i,1:NInp])) )
  }
}

KE <- matrix(rowSums(KREX)/N,ncol=1)

Ergebnisse <-cbind(Ergebnisse,KE)


#Aufstellen Maximierungproblem spielbasierte Kreuzeffizienz
f.obj<-c(rep(0,1,s),as.numeric(Outputs[1,]))
f.rhs <- c(rep(0,1,N),1,0)
f.dir<-c(rep("<=",1,N),"=",">=")


#Nebenbedingung für Verhandlungspartner (1. Iteration)
auxGB <-cbind(-1*KE*Inputs, Outputs)


#Effizienzmatrix erstellen
GBE<-matrix(ncol=1, nrow=N)


#Berechnen spielbasierte Kreuzeffizienz 1. Iteration
for (i in 1:N){
  for (j in 1:N) {
    f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))
```

```
    f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)), auxGB[j,])
    results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.
        sens=TRUE)
    if (j==1) {
      weights <- results$solution
      effcrs <- results$objval
      lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
    } else {
      weights <- rbind(weights, results$solution)
      effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
      lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
    }
  }


#Erstellen der Ergebnisse für 1. Iteration
  GBE[i,]<-colMeans(effcrs)
}
Ergebnisse<-cbind(Ergebnisse,GBE)
write.csv(Ergebnisse, file="ZwErg00001.csv")


#Zählen der Iterationen
Iteration<-2


#Berechnen der spielbasierten Kreuzeffizienz 2.-X.Iteration
#Nebenbedingung für folgende Iteration
repeat{
  auxGB <-cbind(-1*GBE[,1]*Inputs, Outputs)

  Iteration<-Iteration+1

  for (i in 1:N){
    for (j in 1:N) {
      f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))
      f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)), auxGB[j,])
      results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute
          .sens=TRUE)
      if (j==1) {
        weights <- results$solution
        effcrs <- results$objval
        lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
      } else {
        weights <- rbind(weights, results$solution)
        effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
        lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
      }
    }

    #Erstellen der Ergebnisse für X. Iteration
    GBE[i,]<-colMeans(effcrs)
  }
  Ergebnisse<-cbind(Ergebnisse,GBE)
  write.csv(Ergebnisse, file="ZwErg00001.csv");
```

```
  if(max(abs(Ergebnisse[,ncol(Ergebnisse)-1]-Ergebnisse[,ncol(Ergebnisse)]))<=
      Abbruchkriterium) break}


#Schreiben Ergebnisse
colnames(Ergebnisse)<-c("CRS","KE", 2:Iteration)
rownames(Ergebnisse)<-data[,1]
Ergebnisse
write.csv(Ergebnisse, file="Erg00001.csv")
```

A.2 Mit Assurance Regions beschränkte (Super-)Effizienz

```
# Alles  Löschen
rm(list=ls())



#Daten einlesen
data <- read.csv("DatenAux80km.csv", header=TRUE, sep=",")
AR<- read.csv("AR-1.csv", header=TRUE, sep=",")

#Anzahl In-Outputs anpassen
NInp<-4
NOut<-6
#Inputs und Outputs festlegen
Inputs<-data.frame(data[c(2:(1+NInp))])
Outputs<- data.frame(data[c((2+NInp):(1+NInp+NOut))])

N <- dim(data)[1]
s <- dim(Inputs)[2]
m <- dim(Outputs)[2]
ArDim <- dim(AR)[1]

#Aufstellen des Maximierungsproblems
f.rhs <- c(rep(0,1,N),1,rep(0,1,ArDim))
f.dir<-c(rep("<=",1,N),"=",rep("<=",1,ArDim))

aux <- cbind(-1*Inputs, Outputs)

for (i in 1:N) {
  f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))

  f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)),AR)
  results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.
      sens=TRUE)
  if (i==1) {
    weights <- results$solution
    effcrs <- results$objval
    lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
  } else {
```

```
    weights <- rbind(weights, results$solution)
    effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
    lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
  }
}


#Ausgabe Ergebnisse
Ergebnisse<-effcrs
Gewichtungen<-cbind(effcrs,weights)
rownames(Gewichtungen)<-data[,1]
colnames(Gewichtungen)<-c("Effizienz",colnames(data)[-1])
write.csv(Gewichtungen, file="Gewichtungen1-Aux80km.csv")

#Supereffizienz
f.rhs <- c(rep(0,1,N-1),1,rep(0,1,ArDim))
f.dir<-c(rep("<=",1,N-1),"=",rep("<=",1,ArDim))

for (i in 1:N) {
  aux <- cbind(-1*Inputs[-i,], Outputs[-i,])

  f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))

  f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)),AR)
  results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.
      sens=TRUE)
  if (i==1) {
    weights <- results$solution
    effcrs <- results$objval
    lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
  } else {
    weights <- rbind(weights, results$solution)
    effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
    lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
  }
}

#Ausgabe Ergebnisse
Ergebnisse <-cbind(Ergebnisse,effcrs)
colnames(Ergebnisse)<-c("CRS","Supereff")
rownames(Ergebnisse)<-data[,1]
write.csv(Ergebnisse, file="ErgebnisAR1-Aux80km.csv")
```

A.3 Mit Assurance Regions begrenzte spielbasierte Kreuzeffizienz

```
# Alles  Löschen
rm(list=ls())

```

```
#Daten einlesen
data <- read.csv("DatenAux80km.csv", header=TRUE, sep=",")
AR<- read.csv("AR-1.csv", header=TRUE, sep=",")

#Anzahl In-Outputs anpassen
NInp<-4
NOut<-6
#Inputs und Outputs festlegen
Inputs<-data.frame(data[c(2:(1+NInp))])
Outputs<- data.frame(data[c((2+NInp):(1+NInp+NOut))])

#Abbruchkriterium festlegen
Abbruchkriterium<-0.0001

N <- dim(data)[1]
s <- dim(Inputs)[2]
m <- dim(Outputs)[2]
ArDim <- dim(AR)[1]

#Maximierungsproblem aufstellen
f.rhs <- c(rep(0,1,N),1,rep(0,1,ArDim))
f.dir<-c(rep("<=",1,N),"=",rep("<=",1,ArDim))

aux <- cbind(-1*Inputs, Outputs)

for (i in 1:N) {
  f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))

  f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)),AR)
  results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.sens=TRUE)
  if (i==1) {
    weights <- results$solution
    effcrs <- results$objval
    lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
  } else {
    weights <- rbind(weights, results$solution)
    effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
    lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
  }
}


#Ausgabe Zwischenergebnisse
Ergebnisse<-effcrs
Gewichtungen<-cbind(effcrs,weights)
rownames(Gewichtungen)<-data[,1]
colnames(Gewichtungen)<-c("Effizienz",colnames(data)[-1])
write.csv(Gewichtungen, file="GewichtungenAux80km-1.csv")



#Kreuzeffizienz berechnen
KREX<-matrix(ncol=N, nrow=N)
for (i in 1:N){
```

```
  if (i==1) {
    KREX<-rowSums(t(t(Outputs)*weights[i,(1+NInp):(NInp+NOut)]))/rowSums(t(t(Inputs)*weights[i,1:NInp])) # funktioniert
  }else{
    KREX<-cbind(KREX,rowSums(t(t(Outputs)*weights[i,(1+NInp):(NInp+NOut)]))/rowSums(t(t(Inputs)*weights[i,1:NInp])) )
  }
}

KE <- matrix(rowSums(KREX)/N,ncol=1)

Ergebnisse <-cbind(Ergebnisse,KE)

#Spielbasierte Kreuzeffizizenz

f.rhs <- c(rep(0,1,N),1,0,rep(0,1,ArDim))
f.dir<-c(rep("<=",1,N),"=",">=",rep("<=",1,ArDim))

#Nebenbedingung für Verhandlungspartner (1. Iteration)
auxGB <-cbind(-1*KE*Inputs, Outputs)

#Effizienzmatrix erstellen
GBE<-matrix(ncol=1, nrow=N)


#Spielbasierte Kreuzeffizienz 1. Iteration (Verhandlungsrunde)
for (i in 1:N){
  for (j in 1:N) {
    f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))
    f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)), auxGB[j,],AR)
    results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.sens=TRUE)
    if (j==1) {
      weights <- results$solution
      effcrs <- results$objval
      lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
    } else {
      weights <- rbind(weights, results$solution)
      effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
      lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
    }
  }

  #Erstellen der SBKE Ergebnisse für 1. Iteration
  GBE[i,]<-colMeans(effcrs)
}
Ergebnisse<-cbind(Ergebnisse,GBE)

#Ausgabe Zwischenergebnisse
write.csv(Ergebnisse, file="ZwErgAux80km-1.csv")

#Zählen Iterationen
Iteration<-2

####Verhandlungsrunden 2 bis X
```

```r

repeat{
  auxGB <-cbind(-1*GBE[,1]*Inputs, Outputs)

  Iteration<-Iteration+1

  for (i in 1:N){
    for (j in 1:N) {
      f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(Outputs[i,]))
      f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(Inputs[i,]), rep(0,1,m)), auxGB[j,],AR)
      results <- lp ("max",as.numeric(f.obj), f.con, f.dir, f.rhs,scale=0, compute.sens=TRUE)
      if (j==1) {
        weights <- results$solution
        effcrs <- results$objval
        lambdas <- results$duals[seq(1,N)]
      } else {
        weights <- rbind(weights, results$solution)
        effcrs <- rbind(effcrs , results$objval)
        lambdas <- rbind(lambdas, results$duals[seq(1,N)] )
      }
    }

    #Erstellen der GBE Ergebnisse für Verhandlungsrunde X
    GBE[i,]<-colMeans(effcrs)
  }
  Ergebnisse<-cbind(Ergebnisse,GBE)
  write.csv(Ergebnisse, file="ZwErgAux80km-1.csv");
  if(max(abs(Ergebnisse[,ncol(Ergebnisse)-1]-Ergebnisse[,ncol(Ergebnisse)]))<=Abbruchkriterium) break}

#Schreiben Ergebnisse
colnames(Ergebnisse)<-c("CRS","KE", 2:Iteration)
rownames(Ergebnisse)<-data[,1]
Ergebnisse
write.csv(Ergebnisse, file="ErgAux80km-1.csv")
```

B Ergebnistabellen

B.1 Allgemeines Standortranking

B.1.1 Ergebnisse des CCR-Modells - Skalierungsfaktoren

			Skalierungsfaktoren									
Region	**Typ**	**CCR**	**Tax**	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Aachen	LK	0,275	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
Ahrweiler	LK	0,049	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Aichach-Friedberg	LK	0,052	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Alb-Donau-Kreis	LK	0,044	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Altenburger Land	LK	0,050	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Altenkirchen (Westerwald)	LK	0,058	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,012	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Altötting	LK	0,065	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,000	0,000	0,000
Alzey-Worms	LK	0,064	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Amberg	KS	0,266	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,012	0,000	0,000	0,000
Amberg-Sulzbach	LK	0,024	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Ammerland	LK	0,052	0,011	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Anhalt-Bitterfeld	LK	0,034	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Ansbach	KS	0,157	0,011	0,024	0,000	0,283	0,011	0,008	0,000	0,000	0,004	0,000
Ansbach	LK	0,029	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Aschaffenburg	KS	0,521	0,011	0,031	0,000	0,262	0,017	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
Aschaffenburg	LK	0,081	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Augsburg	KS	0,490	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,008	0,004
Augsburg	LK	0,071	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Aurich	LK	0,041	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Bad Dürkheim	LK	0,065	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Bad Kissingen	LK	0,028	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bad Kreuznach	LK	0,050	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,036	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Baden-Baden	KS	0,169	0,002	0,021	0,050	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bamberg	KS	0,507	0,010	0,022	0,000	0,267	0,011	0,007	0,000	0,000	0,004	0,000
Bamberg	LK	0,041	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Barnim	LK	0,037	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Bautzen	LK	0,036	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Bayreuth	KS	0,624	0,013	0,007	0,000	0,214	0,014	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
Bayreuth	LK	0,025	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Berchtesgadener Land	LK	0,039	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bergstraße	LK	0,117	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Berlin	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
Bernkastel-Wittlich	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Biberach	LK	0,043	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bielefeld	KS	0,378	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,004
Birkenfeld	LK	0,030	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Böblingen	LK	0,182	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Bochum	KS	0,836	0,008	0,034	0,000	0,216	0,016	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Bodenseekreis	LK	0,097	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bonn	KS	0,997	0,000	0,093	0,032	0,000	0,000	0,000	0,012	0,006	0,003	0,000
Börde	LK	0,025	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Borken	LK	0,067	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Bottrop	KS	0,282	0,008	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Brandenburg an der Havel	KS	0,128	0,014	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,007
Braunschweig	KS	0,811	0,000	0,084	0,069	0,000	0,006	0,000	0,013	0,004	0,008	0,000
Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,057	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bremen	KS	0,973	0,000	0,000	0,142	0,000	0,015	0,000	0,000	0,011	0,012	0,000
Bremerhaven	KS	0,439	0,009	0,052	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,001	0,010
Burgenlandkreis	LK	0,043	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Calw	LK	0,060	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Celle	LK	0,032	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Cham	LK	0,028	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Chemnitz	KS	0,263	0,008	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Cloppenburg	LK	0,034	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Coburg	KS	0,399	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,009
Coburg	LK	0,046	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Cochem-Zell	LK	0,027	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Coesfeld	LK	0,048	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Cottbus	KS	0,162	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Cuxhaven	LK	0,028	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Dachau	LK	0,080	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Dahme-Spreewald	LK	0,032	0,022	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000
Darmstadt	KS	1,000	0,012	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,002
Darmstadt-Dieburg	LK	0,129	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Deggendorf	LK	0,043	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Delmenhorst	KS	0,393	0,005	0,040	0,019	0,166	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dessau-Roßlau	KS	0,091	0,009	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Diepholz	LK	0,032	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Dillingen an der Donau	LK	0,040	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Dingolfing-Landau	LK	0,038	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,000	0,000	0,000
Dithmarschen	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Donau-Ries	LK	0,033	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Donnersbergkreis	LK	0,034	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Dortmund	KS	0,668	0,000	0,000	0,060	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,006
Dresden	KS	0,504	0,005	0,000	0,044	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,009	0,000
Duisburg	KS	0,958	0,007	0,073	0,001	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,012
Düren	LK	0,069	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Düsseldorf	KS	1,000	0,010	0,000	0,016	0,000	0,001	0,009	0,000	0,000	0,000	0,005
Ebersberg	LK	0,084	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Eichsfeld	LK	0,033	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Eichstätt	LK	0,033	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,017	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Eisenach	KS	0,129	0,010	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Elbe-Elster	LK	0,019	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000
Emden	KS	0,164	0,011	0,016	0,000	0,194	0,000	0,010	0,006	0,000	0,004	0,000
Emmendingen	LK	0,071	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Emsland	LK	0,033	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,013	0,000	0,000	0,000
Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,197	0,008	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Enzkreis	LK	0,111	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Erding	LK	0,049	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Erfurt	KS	0,234	0,000	0,000	0,080	0,052	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Erlangen	KS	1,000	0,012	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
Erlangen-Höchstadt	LK	0,083	0,015	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Erzgebirgskreis	LK	0,054	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Essen	KS	1,000	0,010	0,057	0,000	0,018	0,000	0,000	0,016	0,001	0,000	0,000
Esslingen	LK	0,261	0,006	0,000	0,037	0,000	0,012	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Euskirchen	LK	0,039	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Flensburg	KS	0,546	0,012	0,006	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,007
Forchheim	LK	0,053	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Frankenthal (Pfalz)	KS	0,342	0,006	0,046	0,014	0,000	0,003	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Frankfurt (Oder)	KS	0,126	0,008	0,045	0,000	0,002	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,009
Frankfurt am Main	KS	1,000	0,010	0,000	0,008	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Freiburg im Breisgau	KS	0,637	0,013	0,000	0,000	0,121	0,000	0,003	0,007	0,000	0,008	0,000
Freising	LK	0,065	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Freudenstadt	LK	0,043	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Freyung-Grafenau	LK	0,024	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Friesland	LK	0,047	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Fulda	LK	0,048	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Fürstenfeldbruck	LK	0,148	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Fürth	KS	0,561	0,002	0,020	0,039	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Fürth	LK	0,119	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Garmisch-Partenkirchen	LK	0,026	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Gelsenkirchen	KS	0,664	0,007	0,047	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,004	0,008
Gera	KS	0,162	0,008	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Germersheim	LK	0,079	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Gießen	LK	0,144	0,001	0,099	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000
Gifhorn	LK	0,031	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Göppingen	LK	0,116	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Görlitz	LK	0,033	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Goslar	LK	0,042	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Gotha	LK	0,041	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Göttingen	LK	0,389	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000
Grafschaft Bentheim	LK	0,042	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Greiz	LK	0,038	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Groß-Gerau	LK	0,169	0,005	0,043	0,013	0,000	0,003	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Günzburg	LK	0,055	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Gütersloh	LK	0,103	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Hagen	KS	0,326	0,003	0,044	0,019	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
Halle (Saale)	KS	0,567	0,011	0,005	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,006
Hamburg	KS	0,790	0,009	0,015	0,000	0,202	0,011	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
Hameln-Pyrmont	LK	0,056	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Hamm	KS	0,181	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Hannover	LK	0,347	0,009	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
Harburg	LK	0,063	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Harz	LK	0,030	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Haßberge	LK	0,029	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Havelland	LK	0,029	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Heidekreis	LK	0,022	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Heidelberg	KS	1,000	0,013	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,010	0,000
Heidenheim	LK	0,062	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Heilbronn	KS	0,421	0,013	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heilbronn	LK	0,100	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Heinsberg	LK	0,104	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Helmstedt	LK	0,038	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Herford	LK	0,152	0,009	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Herne	KS	1,000	0,010	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Hersfeld-Rotenburg	LK	0,034	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Herzogtum Lauenburg	LK	0,046	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Hildburghausen	LK	0,021	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Hildesheim	LK	0,062	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Hochsauerlandkreis	LK	0,034	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Hochtaunuskreis	LK	0,167	0,014	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Hof	KS	0,497	0,002	0,000	0,137	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,015
Hof	LK	0,038	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Hohenlohekreis	LK	0,042	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Holzminden	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Höxter	LK	0,031	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Ilm-Kreis	LK	0,055	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,002
Ingolstadt	KS	0,480	0,010	0,038	0,000	0,012	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
Jena	KS	0,749	0,012	0,000	0,000	0,126	0,000	0,000	0,000	0,009	0,008	0,000
Jerichower Land	LK	0,019	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Kaiserslautern	KS	0,362	0,011	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,006
Kaiserslautern	LK	0,049	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Karlsruhe	KS	0,892	0,012	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,010	0,000
Karlsruhe	LK	0,123	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Kassel	KS	0,510	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,007	0,006

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Kassel	LK	0,050	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Kaufbeuren	KS	0,338	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Kelheim	LK	0,031	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Kempten (Allgäu)	KS	0,355	0,008	0,084	0,000	0,000	0,000	0,004	0,011	0,000	0,004	0,000
Kiel	KS	1,000	0,008	0,065	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,013
Kitzingen	LK	0,042	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Kleve	LK	0,068	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Koblenz	KS	0,471	0,010	0,023	0,000	0,276	0,011	0,008	0,000	0,000	0,004	0,000
Köln	KS	0,726	0,002	0,022	0,041	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Konstanz	LK	0,239	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000
Krefeld	KS	0,410	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Kronach	LK	0,037	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Kulmbach	LK	0,036	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Kusel	LK	0,037	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Kyffhäuserkreis	LK	0,023	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Lahn-Dill-Kreis	LK	0,074	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Landau in der Pfalz	KS	0,235	0,009	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,006	0,000
Landsberg am Lech	LK	0,048	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Landshut	KS	0,278	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,011	0,000	0,000	0,000
Landshut	LK	0,034	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Leer	LK	0,047	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Leipzig	KS	0,445	0,011	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,009	0,005
Leipzig	LK	0,043	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Leverkusen	KS	0,597	0,005	0,042	0,012	0,000	0,003	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Lichtenfels	LK	0,040	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Limburg-Weilburg	LK	0,073	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Lindau (Bodensee)	LK	0,080	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Lippe	LK	0,071	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Lörrach	LK	0,083	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Lübeck	KS	0,970	0,000	0,228	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,035
Lüchow-Dannenberg	LK	0,011	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Ludwigsburg	LK	0,229	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Ludwigshafen am Rhein	KS	1,000	0,011	0,000	0,021	0,021	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,006
Ludwigslust-Parchim	LK	0,016	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Lüneburg	LK	0,038	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Magdeburg	KS	0,285	0,012	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,006
Main-Kinzig-Kreis	LK	0,082	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Main-Spessart	LK	0,030	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Main-Tauber-Kreis	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Main-Taunus-Kreis	LK	0,418	0,003	0,018	0,048	0,000	0,014	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Mainz	KS	1,000	0,012	0,000	0,001	0,042	0,000	0,000	0,005	0,000	0,009	0,002
Mainz-Bingen	LK	0,107	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Mannheim	KS	1,000	0,007	0,005	0,059	0,000	0,000	0,002	0,012	0,000	0,013	0,000
Mansfeld-Südharz	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Marburg-Biedenkopf	LK	0,179	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000
Märkischer Kreis	LK	0,100	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Märkisch-Oderland	LK	0,032	0,018	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Mayen-Koblenz	LK	0,075	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,017	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Meißen	LK	0,047	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Memmingen	KS	0,402	0,002	0,059	0,084	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Merzig-Wadern	LK	0,050	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Mettmann	LK	0,397	0,006	0,046	0,014	0,000	0,003	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Miesbach	LK	0,037	0,015	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miltenberg	LK	0,058	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Minden-Lübbecke	LK	0,070	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Mittelsachsen	LK	0,045	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,002
Mönchengladbach	KS	0,417	0,008	0,032	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
Mühldorf am Inn	LK	0,044	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Mülheim an der Ruhr	KS	0,537	0,011	0,001	0,000	0,134	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
München	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
München	LK	0,267	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
Münster	KS	0,442	0,011	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,009	0,000
Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,038	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,039	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,032	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Neumünster	KS	0,330	0,010	0,028	0,000	0,236	0,015	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
Neunkirchen	LK	0,148	0,009	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim	LK	0,023	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Neustadt a. d. Waldnaab	LK	0,022	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Neustadt a. d. Weinstraße	KS	0,186	0,010	0,033	0,000	0,213	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Neu-Ulm	LK	0,101	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Neuwied	LK	0,088	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Nienburg/Weser	LK	0,026	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Nordfriesland	LK	0,024	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Nordhausen	LK	0,033	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Nordsachsen	LK	0,027	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Nordwestmecklenburg	LK	0,023	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Northeim	LK	0,030	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Nürnberg	KS	0,961	0,000	0,000	0,076	0,072	0,019	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Nürnberger Land	LK	0,070	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Oberallgäu	LK	0,030	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Oberbergischer Kreis	LK	0,074	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Oberhausen	KS	0,645	0,006	0,033	0,000	0,014	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	NPW	Urb	Pub	Stud	AL
Oberhavel	LK	0,043	0,019	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000
Oberspreewald-Lausitz	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Odenwaldkreis	LK	0,047	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Oder-Spree	LK	0,025	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Offenbach	LK	0,323	0,006	0,048	0,014	0,000	0,003	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Offenbach am Main	KS	0,766	0,001	0,061	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Oldenburg	LK	0,036	0,010	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,669	0,008	0,052	0,000	0,070	0,000	0,000	0,013	0,000	0,005	0,000
Olpe	LK	0,053	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Ortenaukreis	LK	0,068	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Osnabrück	KS	0,506	0,009	0,032	0,000	0,263	0,014	0,005	0,000	0,000	0,003	0,000
Osnabrück	LK	0,049	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Ostalbkreis	LK	0,062	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Ostallgäu	LK	0,032	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Osterholz	LK	0,049	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Osterode am Harz	LK	0,036	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Ostholstein	LK	0,045	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Ostprignitz-Ruppin	LK	0,013	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Paderborn	LK	0,094	0,006	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,005	0,000
Passau	KS	0,333	0,011	0,013	0,000	0,181	0,000	0,012	0,000	0,000	0,005	0,003
Passau	LK	0,038	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Peine	LK	0,067	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	0,053	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Pforzheim	KS	0,434	0,009	0,031	0,000	0,201	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pinneberg	LK	0,146	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Pirmasens	KS	0,220	0,006	0,047	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Plön	LK	0,041	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Potsdam	KS	0,371	0,012	0,000	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,009	0,008	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Potsdam-Mittelmark	LK	0,026	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Prignitz	LK	0,013	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Rastatt	LK	0,091	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Ravensburg	LK	0,053	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Recklinghausen	LK	0,215	0,009	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Regen	LK	0,025	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Regensburg	KS	1,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
Regensburg	LK	0,045	0,016	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Remscheid	KS	0,437	0,006	0,068	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rems-Murr-Kreis	LK	0,146	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Rendsburg-Eckernförde	LK	0,039	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Reutlingen	LK	0,082	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Rhein-Erft-Kreis	LK	0,200	0,005	0,043	0,013	0,000	0,003	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,070	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,032	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,155	0,004	0,000	0,028	0,000	0,009	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
Rhein-Kreis Neuss	LK	0,233	0,005	0,047	0,013	0,000	0,004	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,046	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,175	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,151	0,010	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,122	0,011	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
Rhön-Grabfeld	LK	0,024	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Rosenheim	KS	0,634	0,008	0,036	0,000	0,231	0,017	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Rosenheim	LK	0,059	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Rostock	KS	0,371	0,011	0,005	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,006
Rostock	LK	0,021	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Rotenburg (Wümme)	LK	0,023	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Roth	LK	0,043	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000

Region	**Typ**	**CCR**	**Skalierungsfaktoren**									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Rottal-Inn	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Rottweil	LK	0,057	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Saale-Holzland-Kreis	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Saalekreis	LK	0,046	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Saale-Orla-Kreis	LK	0,022	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,033	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Saarbrücken	LK	0,324	0,000	0,094	0,033	0,000	0,000	0,000	0,011	0,006	0,004	0,001
Saarlouis	LK	0,128	0,010	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Saarpfalz-Kreis	LK	0,119	0,003	0,018	0,046	0,000	0,014	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,040	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Salzgitter	KS	0,156	0,007	0,047	0,011	0,000	0,000	0,001	0,014	0,000	0,000	0,000
Salzlandkreis	LK	0,046	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
Schaumburg	LK	0,068	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Schleswig-Flensburg	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Schmalkalden-Meiningen	LK	0,031	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Schwabach	KS	0,351	0,008	0,085	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Schwäbisch Hall	LK	0,037	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,036	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Schwandorf	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,063	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Schweinfurt	KS	0,718	0,009	0,058	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
Schweinfurt	LK	0,043	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Schwerin	KS	0,187	0,012	0,000	0,000	0,090	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,004
Segeberg	LK	0,056	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Siegen-Wittgenstein	LK	0,063	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Sigmaringen	LK	0,034	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Soest	LK	0,057	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Solingen	KS	0,404	0,011	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000

			Skalierungsfaktoren									
Region	**Typ**	**CCR**	**Tax**	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Sömmerda	LK	0,026	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Sonneberg	LK	0,041	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Speyer	KS	0,322	0,005	0,000	0,031	0,000	0,010	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Spree-Neiße	LK	0,023	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,012	0,000	0,000	0,000
St. Wendel	LK	0,057	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Stade	LK	0,041	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Starnberg	LK	0,135	0,018	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Steinburg	LK	0,040	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Steinfurt	LK	0,062	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Stendal	LK	0,016	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Stormarn	LK	0,096	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Straubing	KS	0,170	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,010	0,000	0,000	0,000
Straubing-Bogen	LK	0,026	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Stuttgart	KS	1,000	0,009	0,000	0,018	0,027	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
Südliche Weinstraße	LK	0,051	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Südwestpfalz	LK	0,031	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Suhl	KS	0,105	0,009	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Teltow-Fläming	LK	0,029	0,018	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Tirschenreuth	LK	0,022	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Traunstein	LK	0,035	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Trier	KS	0,318	0,007	0,047	0,001	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006	0,005
Trier-Saarburg	LK	0,039	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Tübingen	LK	0,360	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000
Tuttlingen	LK	0,058	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Uckermark	LK	0,014	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Uelzen	LK	0,017	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Ulm	KS	0,706	0,014	0,000	0,000	0,166	0,008	0,003	0,000	0,000	0,009	0,003
Unna	LK	0,223	0,003	0,023	0,040	0,000	0,011	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,031	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Unterallgäu	LK	0,041	0,018	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Vechta	LK	0,057	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Verden	LK	0,048	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Viersen	LK	0,151	0,009	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Vogelsbergkreis	LK	0,021	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Vogtlandkreis	LK	0,046	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Vorpommern-Greifswald	LK	0,115	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000
Vorpommern-Rügen	LK	0,026	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Vulkaneifel	LK	0,020	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Waldeck-Frankenberg	LK	0,029	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Waldshut	LK	0,044	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Warendorf	LK	0,054	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Wartburgkreis	LK	0,029	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Weiden in der Oberpfalz	KS	0,214	0,010	0,049	0,000	0,000	0,000	0,007	0,005	0,000	0,000	0,007
Weilheim-Schongau	LK	0,044	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Weimar	KS	0,203	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Weimarer Land	LK	0,034	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,031	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Werra-Meißner-Kreis	LK	0,030	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Wesel	LK	0,130	0,009	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Wesermarsch	LK	0,030	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Westerwaldkreis	LK	0,062	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Wetteraukreis	LK	0,089	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Wiesbaden	KS	0,431	0,007	0,044	0,007	0,008	0,000	0,001	0,013	0,000	0,000	0,000
Wilhelmshaven	KS	0,186	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,010	0,000	0,000	0,000
Wittenberg	LK	0,020	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
Wittmund	LK	0,027	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**NPW**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Wolfenbüttel	LK	0,045	0,013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Wolfsburg	KS	0,446	0,014	0,006	0,000	0,123	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
Worms	KS	0,250	0,009	0,038	0,000	0,241	0,018	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,038	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Wuppertal	KS	0,680	0,008	0,035	0,000	0,222	0,017	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Würzburg	KS	1,000	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
Würzburg	LK	0,053	0,016	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Zollernalbkreis	LK	0,066	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Zweibrücken	KS	0,518	0,000	0,029	0,129	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,016
Zwickau	LK	0,089	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000

B.1.2 Ergebnisse des CCR-Modells - Referenzsets

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Aachen	LK	0,275	0,250	0,250	München								
Ahrweiler	LK	0,049	0,039	0,017	München	0,022	Berlin						
Aichach-Friedberg	LK	0,052	0,038	0,027	München	0,012	Berlin						
Alb-Donau-Kreis	LK	0,044	0,034	0,015	München	0,018	Berlin						
Altenburger Land	LK	0,050	0,044	0,044	Berlin								
Altenkirchen	LK	0,058	0,050	0,017	München	0,033	Berlin						
Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,012	0,010	0,000	München	0,009	Berlin						
Altötting	LK	0,065	0,045	0,025	München	0,020	Berlin						
Alzey-Worms	LK	0,064	0,051	0,021	München	0,030	Berlin						
Amberg	KS	0,266	0,209	0,091	München	0,118	Berlin						
Amberg-Sulzbach	LK	0,024	0,021	0,005	München	0,016	Berlin						
Ammerland	LK	0,052	0,039	0,018	München	0,021	Berlin						
Anhalt-Bitterfeld	LK	0,034	0,031	0,031	Berlin								
Ansbach	KS	0,157	0,140	0,038	Ludwigshafen	0,035	Stuttgart	0,006	Erlangen	0,062	Berlin		
Ansbach	LK	0,029	0,022	0,008	München	0,014	Berlin						
Aschaffenburg	KS	0,521	0,509	0,031	Essen	0,295	Ludwigshafen	0,183	Berlin				
Aschaffenburg	LK	0,081	0,058	0,038	München	0,020	Berlin						
Augsburg	KS	0,490	0,463	0,278	München	0,065	Regensburg	0,120	Berlin				
Augsburg	LK	0,071	0,053	0,032	München	0,021	Berlin						
Aurich	LK	0,041	0,037	0,000	München	0,037	Berlin						
Bad Dürkheim	LK	0,065	0,052	0,035	München	0,018	Berlin						
Bad Kissingen	LK	0,028	0,022	0,007	München	0,015	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Bad Kreuznach	LK	0,050	0,044	0,017	München	0,026	Berlin						
Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,036	0,025	0,021	München	0,005	Berlin						
Baden-Baden	KS	0,169	0,142	0,089	Düsseldorf	0,014	Mannheim	0,038	München				
Bamberg	KS	0,507	0,489	0,156	Ludwigshafen	0,147	Stuttgart	0,076	Erlangen	0,110	Berlin		
Bamberg	LK	0,041	0,030	0,011	München	0,019	Berlin						
Barnim	LK	0,037	0,030	0,003	München	0,028	Berlin						
Bautzen	LK	0,036	0,034	0,003	München	0,031	Berlin						
Bayreuth	KS	0,624	0,572	0,107	Mainz	0,037	Stuttgart	0,354	Erlangen	0,075	Berlin		
Bayreuth	LK	0,025	0,020	0,006	München	0,014	Berlin						
Berchtesgadener Land	LK	0,039	0,030	0,010	München	0,020	Berlin						
Bergstraße	LK	0,117	0,088	0,040	München	0,048	Berlin						
Berlin	KS	1,000	1,000	1,000	Berlin								
Bernkastel-Wittlich	LK	0,029	0,022	0,012	München	0,010	Berlin						
Biberach	LK	0,043	0,032	0,014	München	0,018	Berlin						
Bielefeld	KS	0,378	0,403	0,089	München	0,168	Regensburg	0,147	Berlin				
Birkenfeld	LK	0,030	0,026	0,010	München	0,015	Berlin						
Böblingen	LK	0,182	0,142	0,089	München	0,053	Berlin						
Bochum	KS	0,836	0,934	0,194	Essen	0,322	Erlangen	0,418	Berlin				
Bodenseekreis	LK	0,097	0,075	0,043	München	0,032	Berlin						
Bonn	KS	0,997	1,024	0,123	Essen	0,265	Ludwigshafen	0,178	München	0,458	Erlangen		
Börde	LK	0,025	0,019	0,002	München	0,017	Berlin						
Borken	LK	0,067	0,064	0,016	München	0,048	Berlin						
Bottrop	KS	0,282	0,289	0,089	Herne	0,168	München	0,033	Berlin				
Brandenburg an der Havel	KS	0,128	0,117	0,050	Würzburg	0,067	Berlin						
Braunschweig	KS	0,811	0,537	0,053	Ludwigshafen	0,153	Mannheim	0,038	München	0,181	Erlangen	0,113	Berlin

Region	Typ	CCR	$\sum\lambda$	Referenzset λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region
Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,057	0,044	0,021	München	0,023	Berlin						
Bremen	KS	0,973	0,738	0,038	Heidelberg	0,469	Mannheim	0,231	Berlin				
Bremerhaven	KS	0,439	0,396	0,056	Essen	0,117	Herne	0,034	Ludwigshafen	0,189	Berlin		
Burgenlandkreis	LK	0,043	0,035	0,035	Berlin								
Calw	LK	0,060	0,047	0,022	München	0,025	Berlin						
Celle	LK	0,032	0,028	0,006	München	0,022	Berlin						
Cham	LK	0,028	0,021	0,005	München	0,016	Berlin						
Chemnitz	KS	0,263	0,266	0,003	Herne	0,113	München	0,150	Berlin				
Cloppenburg	LK	0,034	0,029	0,029	Berlin								
Coburg	KS	0,399	0,225	0,220	München	0,005	Berlin						
Coburg	LK	0,046	0,034	0,029	München	0,006	Berlin						
Cochem-Zell	LK	0,027	0,021	0,008	München	0,014	Berlin						
Coesfeld	LK	0,048	0,048	0,017	München	0,031	Berlin						
Cottbus	KS	0,162	0,158	0,158	Berlin								
Cuxhaven	LK	0,028	0,024	0,005	München	0,019	Berlin						
Dachau	LK	0,080	0,057	0,038	München	0,019	Berlin						
Dahme-Spreewald	LK	0,032	0,018	0,003	München	0,015	Berlin						
Darmstadt	KS	1,000	1,000	1,000	Darmstadt								
Darmstadt-Dieburg	LK	0,129	0,105	0,054	München	0,052	Berlin						
Deggendorf	LK	0,043	0,033	0,010	München	0,023	Berlin						
Delmenhorst	KS	0,393	0,388	0,064	Essen	0,115	Ludwigshafen	0,209	Berlin				
Dessau-Roßlau	KS	0,091	0,092	0,027	Herne	0,018	München	0,047	Berlin				
Diepholz	LK	0,032	0,026	0,008	München	0,018	Berlin						
Dillingen an der Donau	LK	0,040	0,028	0,015	München	0,013	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Dingolfing-Landau	LK	0,038	0,024	0,023	München	0,001	Berlin						
Dithmarschen	LK	0,029	0,023	0,005	München	0,019	Berlin						
Donau-Ries	LK	0,033	0,024	0,013	München	0,011	Berlin						
Donnersbergkreis	LK	0,034	0,029	0,009	München	0,019	Berlin						
Dortmund	KS	0,668	0,714	0,283	Erlangen	0,431	Berlin						
Dresden	KS	0,504	0,549	0,105	Heidelberg	0,155	Mannheim	0,288	Berlin				
Duisburg	KS	0,958	1,060	0,019	Kiel	0,395	Essen	0,458	Erlangen	0,188	Berlin		
Düren	LK	0,069	0,071	0,013	München	0,058	Berlin						
Düsseldorf	KS	1,000	1,000	1,000	Düsseldorf								
Ebersberg	LK	0,084	0,054	0,050	München	0,004	Berlin						
Eichsfeld	LK	0,033	0,028	0,028	Berlin								
Eichstätt	LK	0,033	0,025	0,011	München	0,014	Berlin						
Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,017	0,014	0,005	München	0,009	Berlin						
Eisenach	KS	0,129	0,111	0,054	Herne	0,025	München	0,033	Berlin				
Elbe-Elster	LK	0,019	0,015	0,015	Berlin								
Emden	KS	0,164	0,174	0,089	Ludwigshafen	0,012	Stuttgart	0,021	Erlangen	0,052	Berlin		
Emmendingen	LK	0,071	0,057	0,020	München	0,037	Berlin						
Emsland	LK	0,033	0,027	0,005	München	0,022	Berlin						
Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,197	0,190	0,020	Herne	0,152	München	0,017	Berlin				
Enzkreis	LK	0,111	0,078	0,060	München	0,018	Berlin						
Erding	LK	0,049	0,035	0,019	München	0,016	Berlin						
Erfurt	KS	0,234	0,247	0,117	Mannheim	0,131	Berlin						
Erlangen	KS	1,000	1,000	1,000	Erlangen								
Erlangen-Höchstadt	LK	0,083	0,057	0,057	München								
Erzgebirgskreis	LK	0,054	0,050	0,002	München	0,048	Berlin						

Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	**Referenzset**									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Essen	KS	1,000	1,000	1,000	Essen								
Esslingen	LK	0,261	0,214	0,072	Düsseldorf	0,101	München	0,041	Berlin				
Euskirchen	LK	0,039	0,038	0,009	München	0,029	Berlin						
Flensburg	KS	0,546	0,534	0,006	Darmstadt	0,162	Erlangen	0,365	Berlin				
Forchheim	LK	0,053	0,042	0,021	München	0,021	Berlin						
Frankenthal (Pfalz)	KS	0,342	0,319	0,106	Herne	0,073	Ludwigshafen	0,058	München	0,082	Berlin		
Frankfurt (Oder)	KS	0,126	0,115	0,010	Essen	0,016	Ludwigshafen	0,089	Berlin				
Frankfurt am Main	KS	1,000	1,000	1,000	Frankfurt am Main								
Freiburg im Breisgau	KS	0,637	0,589	0,436	Mainz	0,001	Stuttgart	0,152	Berlin				
Freising	LK	0,065	0,050	0,026	München	0,024	Berlin						
Freudenstadt	LK	0,043	0,032	0,020	München	0,012	Berlin						
Freyung-Grafenau	LK	0,024	0,020	0,003	München	0,017	Berlin						
Friesland	LK	0,047	0,041	0,004	München	0,037	Berlin						
Fulda	LK	0,048	0,038	0,012	München	0,027	Berlin						
Fürstenfeldbruck	LK	0,148	0,110	0,084	München	0,026	Berlin						
Fürth	KS	0,561	0,550	0,020	Düsseldorf	0,164	Mannheim	0,218	München	0,148	Berlin		
Fürth	LK	0,119	0,088	0,059	München	0,029	Berlin						
Garmisch-Partenkirchen	LK	0,026	0,020	0,011	München	0,009	Berlin						
Gelsenkirchen	KS	0,664	0,718	0,146	Essen	0,197	Herne	0,005	Regensburg	0,370	Berlin		
Gera	KS	0,162	0,169	0,031	Herne	0,018	München	0,120	Berlin				
Germersheim	LK	0,079	0,065	0,025	München	0,040	Berlin						
Gießen	LK	0,144	0,109	0,002	Essen	0,108	München						
Gifhorn	LK	0,031	0,027	0,006	München	0,021	Berlin						
Göppingen	LK	0,116	0,093	0,050	München	0,043	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Görlitz	LK	0,033	0,033	0,033	Berlin								
Goslar	LK	0,042	0,036	0,008	München	0,028	Berlin						
Gotha	LK	0,041	0,037	0,001	München	0,037	Berlin						
Göttingen	LK	0,389	0,328	0,328	München								
Grafschaft Bentheim	LK	0,042	0,035	0,035	Berlin								
Greiz	LK	0,038	0,032	0,003	München	0,029	Berlin						
Groß-Gerau	LK	0,169	0,146	0,016	Herne	0,007	Ludwigshafen	0,037	München	0,086	Berlin		
Günzburg	LK	0,055	0,038	0,019	München	0,018	Berlin						
Gütersloh	LK	0,103	0,086	0,057	München	0,029	Berlin						
Hagen	KS	0,326	0,371	0,089	Essen	0,119	Ludwigshafen	0,070	München	0,092	Berlin		
Halle (Saale)	KS	0,567	0,613	0,194	Darmstadt	0,058	Erlangen	0,001	Würzburg	0,360	Berlin		
Hamburg	KS	0,790	0,938	0,400	Ludwigshafen	0,060	Stuttgart	0,478	Berlin				
Hameln-Pyrmont	LK	0,056	0,047	0,010	München	0,037	Berlin						
Hamm	KS	0,181	0,205	0,205	Berlin								
Hannover	LK	0,347	0,344	0,176	München	0,168	Berlin						
Harburg	LK	0,063	0,047	0,032	München	0,014	Berlin						
Harz	LK	0,030	0,028	0,028	Berlin								
Haßberge	LK	0,029	0,022	0,006	München	0,016	Berlin						
Havelland	LK	0,029	0,023	0,002	München	0,021	Berlin						
Heidekreis	LK	0,022	0,019	0,003	München	0,016	Berlin						
Heidelberg	KS	1,000	1,000	1,000	Heidelberg								
Heidenheim	LK	0,062	0,050	0,022	München	0,028	Berlin						
Heilbronn	KS	0,421	0,343	0,343	München								
Heilbronn	LK	0,100	0,071	0,039	München	0,032	Berlin						
Heinsberg	LK	0,104	0,102	0,009	München	0,093	Berlin						
Helmstedt	LK	0,038	0,034	0,008	München	0,025	Berlin						
Herford	LK	0,152	0,129	0,017	Herne	0,112	München						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Herne	KS	1,000	1,000	1,000	Herne								
Hersfeld-Rotenburg	LK	0,034	0,028	0,006	München	0,021	Berlin						
Herzogtum Lauenburg	LK	0,046	0,036	0,016	München	0,020	Berlin						
Hildburghausen	LK	0,021	0,018	0,002	München	0,016	Berlin						
Hildesheim	LK	0,062	0,057	0,015	München	0,043	Berlin						
Hochsauerlandkreis	LK	0,034	0,032	0,016	München	0,016	Berlin						
Hochtaunuskreis	LK	0,167	0,122	0,122	München								
Hof	KS	0,497	0,464	0,010	Heidelberg	0,439	Mannheim	0,016	Berlin				
Hof	LK	0,038	0,027	0,010	München	0,017	Berlin						
Hohenlohekreis	LK	0,042	0,033	0,020	München	0,013	Berlin						
Holzminden	LK	0,031	0,026	0,005	München	0,021	Berlin						
Höxter	LK	0,031	0,030	0,007	München	0,024	Berlin						
Ilm-Kreis	LK	0,055	0,041	0,039	München	0,002	Berlin						
Ingolstadt	KS	0,480	0,457	0,048	Frankfurt am Main	0,265	Ludwigshafen	0,144	München				
Jena	KS	0,749	0,751	0,452	Erlangen	0,299	Berlin						
Jerichower Land	LK	0,019	0,015	0,002	München	0,013	Berlin						
Kaiserslautern	KS	0,362	0,353	0,055	Darmstadt	0,205	Regensburg	0,093	Berlin				
Kaiserslautern	LK	0,049	0,040	0,012	München	0,028	Berlin						
Karlsruhe	KS	0,892	0,822	0,302	Heidelberg	0,364	München	0,156	Regensburg				
Karlsruhe	LK	0,123	0,095	0,050	München	0,045	Berlin						
Kassel	KS	0,510	0,516	0,137	München	0,113	Regensburg	0,265	Berlin				
Kassel	LK	0,050	0,045	0,014	München	0,030	Berlin						
Kaufbeuren	KS	0,338	0,252	0,104	München	0,148	Berlin						
Kelheim	LK	0,031	0,026	0,012	München	0,014	Berlin						
Kempten (Allgäu)	KS	0,355	0,284	0,122	Essen	0,048	Herne	0,111	München	0,003	Regensburg		

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Kiel	KS	1,000	1,000	1,000	Kiel								
Kitzingen	LK	0,042	0,031	0,015	München	0,016	Berlin						
Kleve	LK	0,068	0,062	0,011	München	0,051	Berlin						
Koblenz	KS	0,471	0,468	0,090	Ludwigshafen	0,074	Stuttgart	0,229	Erlangen	0,075	Berlin		
Köln	KS	0,726	0,828	0,313	Ludwigshafen	0,128	Mannheim	0,177	München	0,210	Berlin		
Konstanz	LK	0,239	0,177	0,177	München								
Krefeld	KS	0,410	0,420	0,102	München	0,318	Berlin						
Kronach	LK	0,037	0,025	0,017	München	0,008	Berlin						
Kulmbach	LK	0,036	0,027	0,012	München	0,015	Berlin						
Kusel	LK	0,037	0,031	0,007	München	0,024	Berlin						
Kyffhäuserkreis	LK	0,023	0,020	0,020	Berlin								
Lahn-Dill-Kreis	LK	0,074	0,057	0,027	München	0,030	Berlin						
Landau in der Pfalz	KS	0,235	0,208	0,049	Herne	0,041	München	0,092	Regensburg	0,026	Erlangen		
Landsberg am Lech	LK	0,048	0,034	0,022	München	0,012	Berlin						
Landshut	KS	0,278	0,230	0,140	München	0,090	Berlin						
Landshut	LK	0,034	0,027	0,013	München	0,014	Berlin						
Leer	LK	0,047	0,039	0,039	Berlin								
Leipzig	KS	0,445	0,494	0,027	Darmstadt	0,011	München	0,038	Regensburg	0,418	Berlin		
Leipzig	LK	0,043	0,040	0,006	München	0,034	Berlin						
Leverkusen	KS	0,597	0,670	0,052	Herne	0,335	Ludwigshafen	0,102	München	0,181	Berlin		
Lichtenfels	LK	0,040	0,032	0,009	München	0,023	Berlin						
Limburg-Weilburg	LK	0,073	0,056	0,018	München	0,039	Berlin						
Lindau (Bodensee)	LK	0,080	0,058	0,035	München	0,024	Berlin						
Lippe	LK	0,071	0,067	0,031	München	0,036	Berlin						
Lörrach	LK	0,083	0,067	0,029	München	0,038	Berlin						

Region	Typ	CCR	$\sum \lambda$	Referenzset									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Lübeck	KS	0,970	0,392	0,236	Essen	0,086	Erlangen	0,070	Berlin				
Lüchow-Dannenberg	LK	0,011	0,010	0,001	München	0,009	Berlin						
Ludwigsburg	LK	0,229	0,177	0,126	München	0,051	Berlin						
Ludwigshafen am Rhein	KS	1,000	1,000	1,000	Ludwigshafen								
Ludwigslust-Parchim	LK	0,016	0,012	0,001	München	0,011	Berlin						
Lüneburg	LK	0,038	0,034	0,005	München	0,028	Berlin						
Magdeburg	KS	0,285	0,312	0,026	Würzburg	0,286	Berlin						
Main-Kinzig-Kreis	LK	0,082	0,071	0,026	München	0,045	Berlin						
Main-Spessart	LK	0,030	0,023	0,010	München	0,013	Berlin						
Main-Tauber-Kreis	LK	0,031	0,025	0,009	München	0,016	Berlin						
Main-Taunus-Kreis	LK	0,418	0,257	0,055	Düsseldorf	0,007	Mannheim	0,190	München	0,005	Berlin		
Mainz	KS	1,000	1,000	1,000	Mainz								
Mainz-Bingen	LK	0,107	0,076	0,070	München	0,006	Berlin						
Mannheim	KS	1,000	1,000	1,000	Mannheim								
Mansfeld-Südharz	LK	0,031	0,026	0,026	Berlin								
Marburg-Biedenkopf	LK	0,179	0,127	0,127	München								
Märkischer Kreis	LK	0,100	0,093	0,076	München	0,017	Berlin						
Märkisch-Oderland	LK	0,032	0,022	0,001	München	0,021	Berlin						
Mayen-Koblenz	LK	0,075	0,062	0,026	München	0,036	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,017	0,014	0,014	Berlin								
Meißen	LK	0,047	0,043	0,006	München	0,038	Berlin						
Memmingen	KS	0,402	0,326	0,161	Ludwigshafen	0,147	Mannheim	0,019	München				
Merzig-Wadern	LK	0,050	0,048	0,001	München	0,047	Berlin						
Mettmann	LK	0,397	0,308	0,036	Herne	0,038	Ludwigshafen	0,196	München	0,037	Berlin		
Miesbach	LK	0,037	0,026	0,026	München								
Miltenberg	LK	0,058	0,043	0,021	München	0,021	Berlin						
Minden-Lübbecke	LK	0,070	0,066	0,027	München	0,038	Berlin						
Mittelsachsen	LK	0,045	0,037	0,026	München	0,011	Berlin						
Mönchengladbach	KS	0,417	0,422	0,125	Herne	0,071	München	0,226	Berlin				
Mühldorf am Inn	LK	0,044	0,033	0,015	München	0,018	Berlin						
Mülheim an der Ruhr	KS	0,537	0,627	0,050	Stuttgart	0,577	Berlin						
München	KS	1,000	1,000	1,000	München								
München	LK	0,267	0,154	0,154	München								
Münster	KS	0,442	0,474	0,313	Heidelberg	0,149	München	0,012	Regensburg				
Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,038	0,032	0,009	München	0,023	Berlin						
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,039	0,030	0,012	München	0,018	Berlin						
Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,032	0,023	0,009	München	0,014	Berlin						
Neumünster	KS	0,330	0,309	0,043	Essen	0,032	Ludwigshafen	0,234	Berlin				
Neunkirchen	LK	0,148	0,134	0,026	Herne	0,079	München	0,029	Berlin				

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim	LK	0,023	0,019	0,007	München	0,012	Berlin						
Neustadt a. d. Waldnaab	LK	0,022	0,017	0,004	München	0,013	Berlin						
Neustadt a. d. Weinstraße	KS	0,186	0,167	0,058	Essen	0,109	Berlin						
Neu-Ulm	LK	0,101	0,077	0,041	München	0,036	Berlin						
Neuwied	LK	0,088	0,068	0,040	München	0,029	Berlin						
Nienburg/Weser	LK	0,026	0,022	0,002	München	0,020	Berlin						
Nordfriesland	LK	0,024	0,019	0,007	München	0,012	Berlin						
Nordhausen	LK	0,033	0,032	0,032	Berlin								
Nordsachsen	LK	0,027	0,026	0,002	München	0,024	Berlin						
Nordwestmecklenburg	LK	0,023	0,019	0,019	Berlin								
Northeim	LK	0,030	0,027	0,007	München	0,020	Berlin						
Nürnberg	KS	0,961	0,976	0,311	Ludwigshafen	0,666	Berlin						
Nürnberger Land	LK	0,070	0,047	0,042	München	0,005	Berlin						
Oberallgäu	LK	0,030	0,023	0,012	München	0,011	Berlin						
Oberbergischer Kreis	LK	0,074	0,072	0,040	München	0,033	Berlin						
Oberhausen	KS	0,645	0,776	0,242	Essen	0,534	Berlin						
Oberhavel	LK	0,043	0,029	0,002	München	0,026	Berlin						
Oberspreewald-Lausitz	LK	0,029	0,025	0,025	Berlin								
Odenwaldkreis	LK	0,047	0,038	0,011	München	0,027	Berlin						
Oder-Spree	LK	0,025	0,021	0,001	München	0,019	Berlin						
Offenbach	LK	0,323	0,244	0,024	Herne	0,029	Ludwigshafen	0,127	München	0,064	Berlin		
Offenbach am Main	KS	0,766	0,812	0,136	Essen	0,159	Ludwigshafen	0,518	Berlin				
Oldenburg	LK	0,036	0,027	0,026	München	0,002	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,669	0,679	0,046	Essen	0,405	Erlangen	0,227	Berlin				
Olpe	LK	0,053	0,044	0,042	München	0,003	Berlin						
Ortenaukreis	LK	0,068	0,054	0,023	München	0,031	Berlin						
Osnabrück	KS	0,506	0,504	0,083	Essen	0,000	Ludwigshafen	0,154	Erlangen	0,267	Berlin		
Osnabrück	LK	0,049	0,041	0,012	München	0,029	Berlin						
Ostalbkreis	LK	0,062	0,049	0,025	München	0,024	Berlin						
Ostallgäu	LK	0,032	0,023	0,012	München	0,011	Berlin						
Osterholz	LK	0,049	0,042	0,015	München	0,027	Berlin						
Osterode am Harz	LK	0,036	0,030	0,007	München	0,023	Berlin						
Ostholstein	LK	0,045	0,036	0,010	München	0,025	Berlin						
Ostprignitz-Ruppin	LK	0,013	0,010	0,010	Berlin								
Paderborn	LK	0,094	0,087	0,005	Heidelberg	0,029	München	0,053	Berlin				
Passau	KS	0,333	0,322	0,055	Ludwigshafen	0,120	Stuttgart	0,126	Erlangen	0,022	Berlin		
Passau	LK	0,038	0,030	0,011	München	0,019	Berlin						
Peine	LK	0,067	0,061	0,012	München	0,048	Berlin						
Pfaffenhofen an der Ilm	LK	0,053	0,037	0,023	München	0,014	Berlin						
Pforzheim	KS	0,434	0,417	0,166	Essen	0,251	Berlin						
Pinneberg	LK	0,146	0,110	0,057	München	0,052	Berlin						
Pirmasens	KS	0,220	0,206	0,078	Essen	0,000	Herne	0,004	München	0,124	Berlin		
Plön	LK	0,041	0,030	0,007	München	0,023	Berlin						
Potsdam	KS	0,371	0,397	0,275	Erlangen	0,122	Berlin						
Potsdam-Mittelmark	LK	0,026	0,020	0,005	München	0,015	Berlin						
Prignitz	LK	0,013	0,010	0,000	München	0,010	Berlin						
Rastatt	LK	0,091	0,074	0,033	München	0,041	Berlin						
Ravensburg	LK	0,053	0,041	0,018	München	0,023	Berlin						

Region	Typ	CCR	$\sum\lambda$	Referenzset									
				λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region
Recklinghausen	LK	0,215	0,210	0,086	Herne	0,120	München	0,004	Berlin				
Regen	LK	0,025	0,020	0,003	München	0,017	Berlin						
Regensburg	KS	1,000	1,000	1,000	Regensburg								
Regensburg	LK	0,045	0,032	0,014	München	0,018	Berlin						
Remscheid	KS	0,437	0,415	0,224	Herne	0,190	München						
Rems-Murr-Kreis	LK	0,146	0,113	0,077	München	0,036	Berlin						
Rendsburg-Eckernförde	LK	0,039	0,030	0,011	München	0,019	Berlin						
Reutlingen	LK	0,082	0,065	0,038	München	0,027	Berlin						
Rhein-Erft-Kreis	LK	0,200	0,194	0,115	Herne	0,025	Ludwigshafen	0,053	München	0,002	Berlin		
Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,070	0,054	0,030	München	0,024	Berlin						
Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,032	0,025	0,012	München	0,014	Berlin						
Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,155	0,147	0,002	Düsseldorf	0,110	München	0,035	Berlin				
Rhein-Kreis Neuss	LK	0,233	0,219	0,084	Essen	0,021	Herne	0,015	Ludwigshafen	0,100	München		
Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,046	0,038	0,017	München	0,020	Berlin						
Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,175	0,120	0,070	München	0,050	Berlin						
Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,151	0,114	0,084	München	0,029	Berlin						
Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,122	0,126	0,054	München	0,072	Berlin						
Rhön-Grabfeld	LK	0,024	0,020	0,006	München	0,013	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Rosenheim	KS	0,634	0,600	0,096	Essen	0,054	Erlangen	0,450	Berlin				
Rosenheim	LK	0,059	0,039	0,039	München	0,001	Berlin						
Rostock	KS	0,371	0,402	0,083	Darmstadt	0,061	Erlangen	0,257	Berlin				
Rostock	LK	0,021	0,016	0,000	München	0,016	Berlin						
Rotenburg (Wümme)	LK	0,023	0,020	0,004	München	0,015	Berlin						
Roth	LK	0,043	0,033	0,018	München	0,015	Berlin						
Rottal-Inn	LK	0,029	0,022	0,008	München	0,014	Berlin						
Rottweil	LK	0,057	0,043	0,026	München	0,016	Berlin						
Saale-Holzland-Kreis	LK	0,031	0,027	0,002	München	0,025	Berlin						
Saalekreis	LK	0,046	0,034	0,002	München	0,033	Berlin						
Saale-Orla-Kreis	LK	0,022	0,019	0,001	München	0,018	Berlin						
Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,033	0,028	0,001	München	0,027	Berlin						
Saarbrücken	LK	0,324	0,322	0,092	Essen	0,068	Ludwigshafen	0,017	München	0,092	Erlangen	0,053	Berlin
Saarlouis	LK	0,128	0,108	0,032	Herne	0,076	München						
Saarpfalz-Kreis	LK	0,119	0,105	0,033	Düsseldorf	0,014	Mannheim	0,013	München	0,045	Berlin		
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,040	0,038	0,004	München	0,034	Berlin						
Salzgitter	KS	0,156	0,146	0,058	Herne	0,049	Ludwigshafen	0,023	München	0,016	Berlin		
Salzlandkreis	LK	0,046	0,040	0,040	Berlin								
Schaumburg	LK	0,068	0,058	0,015	München	0,043	Berlin						
Schleswig-Flensburg	LK	0,029	0,023	0,007	München	0,017	Berlin						
Schmalkalden-Meiningen	LK	0,031	0,027	0,003	München	0,024	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Schwabach	KS	0,351	0,283	0,173	Herne	0,110	München						
Schwäbisch Hall	LK	0,037	0,031	0,010	München	0,021	Berlin						
Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,036	0,029	0,007	München	0,023	Berlin						
Schwandorf	LK	0,031	0,024	0,007	München	0,017	Berlin						
Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,063	0,047	0,033	München	0,014	Berlin						
Schweinfurt	KS	0,718	0,579	0,571	Frankfurt am Main	0,008	Ludwigshafen						
Schweinfurt	LK	0,043	0,033	0,012	München	0,021	Berlin						
Schwerin	KS	0,187	0,191	0,006	Stuttgart	0,185	Berlin						
Segeberg	LK	0,056	0,047	0,021	München	0,025	Berlin						
Siegen-Wittgenstein	LK	0,063	0,059	0,036	München	0,023	Berlin						
Sigmaringen	LK	0,034	0,026	0,009	München	0,018	Berlin						
Soest	LK	0,057	0,056	0,017	München	0,039	Berlin						
Solingen	KS	0,404	0,426	0,220	München	0,206	Berlin						
Sömmerda	LK	0,026	0,023	0,000	München	0,023	Berlin						
Sonneberg	LK	0,041	0,034	0,005	München	0,029	Berlin						
Speyer	KS	0,322	0,279	0,016	Düsseldorf	0,197	München	0,066	Berlin				
Spree-Neiße	LK	0,023	0,019	0,003	München	0,016	Berlin						
St. Wendel	LK	0,057	0,044	0,031	München	0,013	Berlin						
Stade	LK	0,041	0,038	0,014	München	0,024	Berlin						
Starnberg	LK	0,135	0,078	0,078	München								
Steinburg	LK	0,040	0,031	0,008	München	0,023	Berlin						
Steinfurt	LK	0,062	0,061	0,016	München	0,045	Berlin						
Stendal	LK	0,016	0,014	0,014	Berlin								
Stormarn	LK	0,096	0,070	0,054	München	0,016	Berlin						
Straubing	KS	0,170	0,158	0,083	München	0,074	Berlin						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Straubing-Bogen	LK	0,026	0,020	0,006	München	0,014	Berlin						
Stuttgart	KS	1,000	1,000	1,000	Stuttgart								
Südliche Weinstraße	LK	0,051	0,041	0,018	München	0,023	Berlin						
Südwestpfalz	LK	0,031	0,025	0,011	München	0,014	Berlin						
Suhl	KS	0,105	0,091	0,014	Herne	0,049	München	0,028	Berlin				
Teltow-Fläming	LK	0,029	0,019	0,004	München	0,016	Berlin						
Tirschenreuth	LK	0,022	0,017	0,004	München	0,013	Berlin						
Traunstein	LK	0,035	0,027	0,013	München	0,014	Berlin						
Trier	KS	0,318	0,293	0,004	Herne	0,137	München	0,051	Regensburg	0,079	Erlangen	0,022	Berlin
Trier-Saarburg	LK	0,039	0,031	0,014	München	0,017	Berlin						
Tübingen	LK	0,360	0,268	0,268	München								
Tuttlingen	LK	0,058	0,042	0,032	München	0,011	Berlin						
Uckermark	LK	0,014	0,012	0,012	Berlin								
Uelzen	LK	0,017	0,016	0,002	München	0,014	Berlin						
Ulm	KS	0,706	0,596	0,125	Mainz	0,108	Stuttgart	0,249	Erlangen	0,114	Würzburg		
Unna	LK	0,223	0,253	0,085	Ludwigshafen	0,058	Mannheim	0,032	München	0,078	Berlin		
Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,031	0,028	0,028	Berlin								
Unterallgäu	LK	0,041	0,026	0,017	München	0,009	Berlin						
Vechta	LK	0,057	0,041	0,013	München	0,028	Berlin						
Verden	LK	0,048	0,040	0,022	München	0,018	Berlin						
Viersen	LK	0,151	0,132	0,043	Herne	0,089	München						
Vogelsbergkreis	LK	0,021	0,018	0,005	München	0,014	Berlin						
Vogtlandkreis	LK	0,046	0,043	0,004	München	0,039	Berlin						
Vorpommern-Greifswald	LK	0,115	0,083	0,083	München								

Region	Typ	CCR	$\sum\lambda$	Referenzset									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Vorpommern-Rügen	LK	0,026	0,022	0,022	Berlin								
Vulkaneifel	LK	0,020	0,016	0,006	München	0,011	Berlin						
Waldeck-Frankenberg	LK	0,029	0,022	0,004	München	0,017	Berlin						
Waldshut	LK	0,044	0,036	0,012	München	0,023	Berlin						
Warendorf	LK	0,054	0,050	0,024	München	0,026	Berlin						
Wartburgkreis	LK	0,029	0,025	0,003	München	0,022	Berlin						
Weiden in der Oberpfalz	KS	0,214	0,167	0,037	Herne	0,037	Ludwigshafen	0,062	München	0,031	Berlin		
Weilheim-Schongau	LK	0,044	0,032	0,019	München	0,013	Berlin						
Weimar	KS	0,203	0,198	0,198	Berlin								
Weimarer Land	LK	0,034	0,027	0,027	Berlin								
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,031	0,023	0,008	München	0,015	Berlin						
Werra-Meißner-Kreis	LK	0,030	0,025	0,004	München	0,021	Berlin						
Wesel	LK	0,130	0,118	0,061	Herne	0,057	München						
Wesermarsch	LK	0,030	0,027	0,004	München	0,023	Berlin						
Westerwaldkreis	LK	0,062	0,047	0,027	München	0,020	Berlin						
Wetteraukreis	LK	0,089	0,065	0,029	München	0,036	Berlin						
Wiesbaden	KS	0,431	0,427	0,094	Essen	0,035	Herne	0,131	Ludwigshafen	0,129	München	0,038	Berlin
Wilhelmshaven	KS	0,186	0,188	0,037	München	0,152	Berlin						
Wittenberg	LK	0,020	0,018	0,000	München	0,017	Berlin						
Wittmund	LK	0,027	0,022	0,001	München	0,021	Berlin						
Wolfenbüttel	LK	0,045	0,042	0,010	München	0,032	Berlin						
Wolfsburg	KS	0,446	0,415	0,308	Ludwigshafen	0,108	Stuttgart						
Worms	KS	0,250	0,236	0,080	Essen	0,013	Erlangen	0,143	Berlin				

Region	Typ	CCR	$\sum\lambda$	Referenzset									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,038	0,030	0,013	München	0,017	Berlin						
Wuppertal	KS	0,680	0,710	0,307	Essen	0,021	Erlangen	0,381	Berlin				
Würzburg	KS	1,000	1,000	1,000	Würzburg								
Würzburg	LK	0,053	0,040	0,017	München	0,023	Berlin						
Zollernalbkreis	LK	0,066	0,048	0,032	München	0,015	Berlin						
Zweibrücken	KS	0,518	0,269	0,073	Mannheim	0,150	Erlangen	0,046	Berlin				
Zwickau	LK	0,089	0,090	0,008	München	0,082	Berlin						

B.1.3 Spielbasierte Kreuzeffizienz

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
1	Berlin	KS	1,00000	0,97465	1,00000
1	München	KS	1,00000	0,97571	1,00000
3	Stuttgart	KS	1,00000	0,71508	0,82530
4	Herne	KS	1,00000	0,64034	0,80328
5	Frankfurt am Main	KS	1,00000	0,64944	0,78992
6	Düsseldorf	KS	1,00000	0,64082	0,76760
7	Ludwigshafen am Rhein	KS	1,00000	0,61957	0,75864
8	Essen	KS	1,00000	0,62367	0,74145
9	Nürnberg	KS	0,96150	0,61967	0,71535
10	Bonn	KS	0,99650	0,57565	0,68406
11	Offenbach am Main	KS	0,76571	0,57005	0,67897
12	Mainz	KS	1,00000	0,53692	0,66514
13	Kiel	KS	1,00000	0,50710	0,65208
14	Mannheim	KS	1,00000	0,52913	0,64453
15	Bochum	KS	0,83572	0,56316	0,64368
16	Regensburg	KS	1,00000	0,44709	0,64032
17	Köln	KS	0,72648	0,52447	0,60872
18	Hamburg	KS	0,78990	0,53783	0,60695
19	Erlangen	KS	1,00000	0,44662	0,59881
20	Duisburg	KS	0,95814	0,47239	0,59483
21	Würzburg	KS	1,00000	0,41283	0,58252
22	Oberhausen	KS	0,64463	0,50461	0,57964
23	Gelsenkirchen	KS	0,66353	0,46797	0,57021
24	Karlsruhe	KS	0,89160	0,45873	0,56976
25	Heidelberg	KS	1,00000	0,41757	0,56125
26	Darmstadt	KS	1,00000	0,37817	0,54080
27	Wuppertal	KS	0,68016	0,46331	0,52720
28	Dortmund	KS	0,66816	0,45184	0,51679
29	Schweinfurt	KS	0,71755	0,35799	0,51587
30	Leverkusen	KS	0,59715	0,41632	0,50538
31	Bremen	KS	0,97322	0,38675	0,48286
32	Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,66859	0,39682	0,48160
33	Rosenheim	KS	0,63386	0,40887	0,47454
34	Fürth	KS	0,56086	0,38972	0,46948
35	Freiburg im Breisgau	KS	0,63656	0,38464	0,46204
36	Kassel	KS	0,50992	0,38209	0,46145
37	Halle (Saale)	KS	0,56691	0,39722	0,45718
38	Augsburg	KS	0,49010	0,38791	0,45281
39	Flensburg	KS	0,54635	0,37873	0,45204
40	Mülheim a.d. Ruhr	KS	0,53680	0,36775	0,42670
41	Braunschweig	KS	0,81114	0,32089	0,41812
42	Ulm	KS	0,70634	0,31398	0,41616
43	Leipzig	KS	0,44472	0,36734	0,41145
44	Bayreuth	KS	0,62444	0,32267	0,40711

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
45	Krefeld	KS	0,41002	0,34879	0,40479
46	Dresden	KS	0,50437	0,34483	0,39588
47	Solingen	KS	0,40447	0,33011	0,39277
48	Main-Taunus-Kreis	LK	0,41773	0,32317	0,38617
49	Osnabrück	KS	0,50567	0,33911	0,38533
50	Bamberg	KS	0,50663	0,32233	0,37799
51	Lübeck	KS	0,96973	0,27024	0,37530
52	Heilbronn	KS	0,42053	0,28833	0,37213
53	Mönchengladbach	KS	0,41668	0,30579	0,37154
54	Mettmann	LK	0,39660	0,30872	0,37083
55	Remscheid	KS	0,43685	0,29743	0,36861
56	Wiesbaden	KS	0,43108	0,31757	0,36560
57	Aschaffenburg	KS	0,52100	0,29090	0,35495
58	Jena	KS	0,74921	0,25029	0,35347
59	Coburg	KS	0,39909	0,27793	0,35260
60	Bremerhaven	KS	0,43862	0,27367	0,35043
61	Pforzheim	KS	0,43446	0,28513	0,33668
62	Delmenhorst	KS	0,39338	0,28760	0,33241
63	Kaufbeuren	KS	0,33840	0,26133	0,32075
64	Ingolstadt	KS	0,48014	0,23656	0,31895
65	Koblenz	KS	0,47065	0,25796	0,31883
66	Speyer	KS	0,32215	0,27666	0,31434
67	Bielefeld	KS	0,37801	0,26736	0,31162
68	Offenbach	LK	0,32272	0,25298	0,30304
69	Kempten (Allgäu)	KS	0,35510	0,25311	0,29879
70	Neumünster	KS	0,32993	0,25775	0,29778
71	Rostock	KS	0,37101	0,26055	0,29620
72	Frankenthal (Pfalz)	KS	0,34250	0,23918	0,29519
73	Schwabach	KS	0,35119	0,22418	0,28524
74	Münster	KS	0,44240	0,22438	0,28193
75	Hagen	KS	0,32591	0,23399	0,27418
76	Landshut	KS	0,27819	0,23036	0,27385
77	Magdeburg	KS	0,28515	0,24153	0,27079
78	Trier	KS	0,31754	0,21806	0,26190
79	Chemnitz	KS	0,26335	0,22731	0,25755
80	Amberg	KS	0,26597	0,21064	0,25732
81	Bottrop	KS	0,28214	0,21008	0,25713
82	Hof	KS	0,49733	0,20174	0,25178
83	Wolfsburg	KS	0,44612	0,16998	0,24764
84	Potsdam	KS	0,37051	0,19598	0,24493
85	Kaiserslautern	KS	0,36236	0,18163	0,23873
86	Esslingen	LK	0,26101	0,19223	0,23341
87	Memmingen	KS	0,40178	0,18121	0,23335
88	Saarbrücken	LK	0,32416	0,18748	0,22879
89	Passau	KS	0,33343	0,18287	0,22548
90	Ludwigsburg	LK	0,22943	0,18321	0,22201
91	Hannover	LK	0,34651	0,16518	0,21099

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
92	Worms	KS	0,24968	0,18140	0,20757
93	München	LK	0,26744	0,16132	0,20696
94	Zweibrücken	KS	0,51799	0,13339	0,20515
95	Weimar	KS	0,20320	0,16993	0,20071
96	Aachen	LK	0,27497	0,16787	0,19902
97	Rhein-Kreis Neuss	LK	0,23288	0,15928	0,19783
98	Recklinghausen	LK	0,21549	0,15559	0,19231
99	Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,19683	0,15912	0,18959
100	Weiden in der Oberpfalz	KS	0,21394	0,14711	0,18814
101	Pirmasens	KS	0,21963	0,14877	0,18399
102	Erfurt	KS	0,23373	0,15821	0,18248
103	Unna	LK	0,22294	0,14756	0,18165
104	Wilhelmshaven	KS	0,18629	0,14790	0,18114
105	Schwerin	KS	0,18696	0,15365	0,17917
106	Böblingen	LK	0,18240	0,14893	0,17879
107	Hamm	KS	0,18072	0,15341	0,17782
108	Landau in der Pfalz	KS	0,23484	0,12792	0,16995
109	Rhein-Erft-Kreis	LK	0,20044	0,13331	0,16854
110	Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,17486	0,13685	0,16778
111	Straubing	KS	0,16985	0,13385	0,16387
112	Groß-Gerau	LK	0,16922	0,13504	0,16130
113	Cottbus	KS	0,16225	0,14094	0,16010
114	Gera	KS	0,16204	0,12597	0,15282
115	Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,15510	0,12744	0,15228
116	Tübingen	LK	0,35972	0,11275	0,15119
117	Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,15138	0,12267	0,14860
118	Hochtaunuskreis	LK	0,16661	0,11715	0,14720
119	Herford	LK	0,15196	0,11830	0,14340
120	Fürstenfeldbruck	LK	0,14828	0,11476	0,14209
121	Pinneberg	LK	0,14643	0,11586	0,14104
122	Neunkirchen	LK	0,14810	0,11346	0,13794
123	Viersen	LK	0,15064	0,11114	0,13736
124	Rems-Murr-Kreis	LK	0,14587	0,10782	0,13532
125	Neustadt a.d. Weinstraße	KS	0,18583	0,11184	0,13498
126	Salzgitter	KS	0,15614	0,10297	0,12881
127	Emden	KS	0,16364	0,10463	0,12758
128	Ansbach	KS	0,15698	0,10652	0,12500
129	Darmstadt-Dieburg	LK	0,12884	0,10057	0,12325
130	Baden-Baden	KS	0,16872	0,09960	0,12185
131	Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,12212	0,10140	0,12019
132	Karlsruhe	LK	0,12256	0,09601	0,11767
133	Frankfurt (Oder)	KS	0,12572	0,09979	0,11625
134	Saarlouis	LK	0,12817	0,09318	0,11623
135	Wesel	LK	0,12977	0,09077	0,11395
136	Eisenach	KS	0,12861	0,09383	0,11377
137	Konstanz	LK	0,23897	0,08800	0,11361
138	Starnberg	LK	0,13523	0,08620	0,11278

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
139	Fürth	LK	0,11910	0,09060	0,11275
140	Bergstraße	LK	0,11703	0,09217	0,11253
141	Göppingen	LK	0,11592	0,08944	0,11000
142	Enzkreis	LK	0,11114	0,08594	0,10612
143	Mainz-Bingen	LK	0,10687	0,08517	0,10309
144	Göttingen	LK	0,38911	0,06037	0,10301
145	Heinsberg	LK	0,10413	0,08354	0,10209
146	Saarpfalz-Kreis	LK	0,11884	0,08376	0,10136
147	Gütersloh	LK	0,10329	0,08253	0,09975
148	Suhl	KS	0,10539	0,08105	0,09954
149	Neu-Ulm	LK	0,10125	0,08141	0,09858
150	Märkischer Kreis	LK	0,09994	0,08133	0,09718
151	Gießen	LK	0,14390	0,07714	0,09571
152	Brandenburg a.d. Havel	KS	0,12791	0,07690	0,09530
153	Heilbronn	LK	0,09953	0,07637	0,09488
154	Stormarn	LK	0,09603	0,07684	0,09350
155	Bodenseekreis	LK	0,09655	0,07360	0,09185
156	Rastatt	LK	0,09125	0,07204	0,08798
157	Zwickau	LK	0,08905	0,07269	0,08726
158	Wetteraukreis	LK	0,08950	0,07058	0,08638
159	Neuwied	LK	0,08819	0,06900	0,08446
160	Dessau-Roßlau	KS	0,09122	0,06897	0,08402
161	Main-Kinzig-Kreis	LK	0,08250	0,06590	0,08074
162	Lörrach	LK	0,08311	0,06426	0,07932
163	Ebersberg	LK	0,08370	0,06331	0,07906
164	Aschaffenburg	LK	0,08072	0,06345	0,07795
165	Germersheim	LK	0,07947	0,06351	0,07732
166	Erlangen-Höchstadt	LK	0,08275	0,06236	0,07691
167	Dachau	LK	0,08018	0,06162	0,07655
168	Reutlingen	LK	0,08163	0,06071	0,07589
169	Lindau (Bodensee)	LK	0,07976	0,06040	0,07519
170	Mayen-Koblenz	LK	0,07510	0,05883	0,07248
171	Oberbergischer Kreis	LK	0,07443	0,05996	0,07233
172	Marburg-Biedenkopf	LK	0,17910	0,05164	0,07158
173	Lahn-Dill-Kreis	LK	0,07393	0,05762	0,07112
174	Limburg-Weilburg	LK	0,07332	0,05657	0,06978
175	Paderborn	LK	0,09438	0,05756	0,06781
176	Emmendingen	LK	0,07119	0,05395	0,06746
177	Nürnberger Land	LK	0,07005	0,05466	0,06728
178	Augsburg	LK	0,07136	0,05372	0,06725
179	Düren	LK	0,06855	0,05548	0,06694
180	Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,07043	0,05364	0,06674
181	Lippe	LK	0,07064	0,05409	0,06667
182	Minden-Lübbecke	LK	0,07010	0,05369	0,06623
183	Kleve	LK	0,06804	0,05432	0,06609
184	Peine	LK	0,06713	0,05484	0,06587
185	Schaumburg	LK	0,06817	0,05383	0,06580

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
186	Ortenaukreis	LK	0,06818	0,05246	0,06477
187	Borken	LK	0,06676	0,05190	0,06439
188	Freising	LK	0,06548	0,05280	0,06393
189	Bad Dürkheim	LK	0,06533	0,05139	0,06293
190	Altötting	LK	0,06520	0,04938	0,06196
191	Alzey-Worms	LK	0,06374	0,05042	0,06186
192	Steinfurt	LK	0,06247	0,05100	0,06120
193	Harburg	LK	0,06317	0,04928	0,06095
194	Zollernalbkreis	LK	0,06575	0,04830	0,06066
195	Siegen-Wittgenstein	LK	0,06321	0,04983	0,06040
196	Hildesheim	LK	0,06244	0,04922	0,05993
197	Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,06251	0,04854	0,05945
198	Heidenheim	LK	0,06211	0,04793	0,05930
199	Ostalbkreis	LK	0,06243	0,04730	0,05889
200	Westerwaldkreis	LK	0,06207	0,04694	0,05839
201	Calw	LK	0,06040	0,04473	0,05616
202	Rosenheim	LK	0,05904	0,04490	0,05581
203	Soest	LK	0,05701	0,04667	0,05569
204	Vechta	LK	0,05717	0,04487	0,05532
205	St. Wendel	LK	0,05670	0,04479	0,05517
206	Tuttlingen	LK	0,05829	0,04407	0,05477
207	Segeberg	LK	0,05568	0,04448	0,05420
208	Altenkirchen (Westerwald)	LK	0,05797	0,04323	0,05415
209	Rottweil	LK	0,05694	0,04348	0,05402
210	Miltenberg	LK	0,05825	0,04275	0,05379
211	Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,05721	0,04248	0,05338
212	Hameln-Pyrmont	LK	0,05609	0,04204	0,05249
213	Günzburg	LK	0,05475	0,04183	0,05200
214	Warendorf	LK	0,05392	0,04227	0,05164
215	Pfaffenhofen a.d. Ilm	LK	0,05323	0,04108	0,05094
216	Ammerland	LK	0,05231	0,04102	0,05084
217	Forchheim	LK	0,05311	0,04078	0,05060
218	Würzburg	LK	0,05291	0,04017	0,05053
219	Ravensburg	LK	0,05311	0,04083	0,05050
220	Erzgebirgskreis	LK	0,05394	0,04027	0,05034
221	Olpe	LK	0,05274	0,04001	0,04970
222	Aichach-Friedberg	LK	0,05219	0,03910	0,04907
223	Merzig-Wadern	LK	0,04971	0,03926	0,04862
224	Südliche Weinstraße	LK	0,05086	0,03914	0,04855
225	Altenburger Land	LK	0,04979	0,03931	0,04799
226	Verden	LK	0,04833	0,03929	0,04739
227	Kaiserslautern	LK	0,04912	0,03842	0,04727
228	Bad Kreuznach	LK	0,05039	0,03802	0,04725
229	Kassel	LK	0,04968	0,03789	0,04705
230	Coesfeld	LK	0,04815	0,03824	0,04682
231	Osterholz	LK	0,04899	0,03773	0,04671
232	Erding	LK	0,04932	0,03714	0,04667

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
233	Osnabrück	LK	0,04888	0,03763	0,04665
234	Ahrweiler	LK	0,04892	0,03745	0,04651
235	Fulda	LK	0,04828	0,03708	0,04609
236	Landsberg am Lech	LK	0,04840	0,03702	0,04606
237	Meißen	LK	0,04693	0,03713	0,04503
238	Leer	LK	0,04706	0,03615	0,04494
239	Friesland	LK	0,04674	0,03574	0,04466
240	Saalekreis	LK	0,04571	0,03690	0,04441
241	Vogtlandkreis	LK	0,04610	0,03602	0,04410
242	Herzogtum Lauenburg	LK	0,04577	0,03561	0,04369
243	Coburg	LK	0,04586	0,03520	0,04367
244	Odenwaldkreis	LK	0,04739	0,03455	0,04362
245	Ostholstein	LK	0,04549	0,03560	0,04362
246	Wolfenbüttel	LK	0,04468	0,03626	0,04361
247	Regensburg	LK	0,04482	0,03407	0,04286
248	Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,04609	0,03412	0,04277
249	Leipzig	LK	0,04328	0,03461	0,04189
250	Alb-Donau-Kreis	LK	0,04437	0,03316	0,04157
251	Deggendorf	LK	0,04291	0,03363	0,04148
252	Mühldorf am Inn	LK	0,04379	0,03301	0,04142
253	Salzlandkreis	LK	0,04616	0,03354	0,04139
254	Roth	LK	0,04317	0,03331	0,04139
255	Burgenlandkreis	LK	0,04323	0,03362	0,04120
256	Schweinfurt	LK	0,04301	0,03263	0,04119
257	Waldshut	LK	0,04386	0,03268	0,04109
258	Mittelsachsen	LK	0,04548	0,03450	0,04106
259	Goslar	LK	0,04227	0,03448	0,04103
260	Weilheim-Schongau	LK	0,04371	0,03221	0,04056
261	Kitzingen	LK	0,04171	0,03249	0,04045
262	Hohenlohekreis	LK	0,04236	0,03212	0,04020
263	Biberach	LK	0,04314	0,03183	0,04001
264	Oberhavel	LK	0,04290	0,03170	0,03981
265	Freudenstadt	LK	0,04291	0,03158	0,03963
266	Bamberg	LK	0,04103	0,03177	0,03958
267	Ilm-Kreis	LK	0,05526	0,03304	0,03942
268	Gotha	LK	0,04060	0,03272	0,03938
269	Grafschaft Bentheim	LK	0,04195	0,03124	0,03929
270	Unterallgäu	LK	0,04084	0,03191	0,03929
271	Stade	LK	0,04146	0,03133	0,03915
272	Lichtenfels	LK	0,04017	0,03181	0,03896
273	Aurich	LK	0,04131	0,03073	0,03852
274	Plön	LK	0,04120	0,03061	0,03847
275	Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,04035	0,03130	0,03847
276	Sonneberg	LK	0,04107	0,03051	0,03830
277	Steinburg	LK	0,04002	0,03106	0,03821
278	Trier-Saarburg	LK	0,03948	0,03003	0,03746
279	Euskirchen	LK	0,03877	0,03028	0,03739

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
280	Rendsburg-Eckernförde	LK	0,03938	0,02994	0,03724
281	Berchtesgadener Land	LK	0,03881	0,03004	0,03706
282	Dillingen a.d. Donau	LK	0,04007	0,02911	0,03686
283	Hof	LK	0,03758	0,03048	0,03678
284	Helmstedt	LK	0,03792	0,03017	0,03659
285	Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,03805	0,02971	0,03650
286	Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,03944	0,02878	0,03645
287	Lüneburg	LK	0,03837	0,02941	0,03640
288	Greiz	LK	0,03824	0,02920	0,03619
289	Passau	LK	0,03848	0,02874	0,03605
290	Dingolfing-Landau	LK	0,03770	0,02827	0,03590
291	Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,03820	0,02832	0,03571
292	Barnim	LK	0,03712	0,02883	0,03552
293	Schwäbisch Hall	LK	0,03709	0,02795	0,03503
294	Kusel	LK	0,03717	0,02792	0,03499
295	Oldenburg	LK	0,03631	0,02833	0,03481
296	Bautzen	LK	0,03644	0,02807	0,03468
297	Kulmbach	LK	0,03606	0,02825	0,03462
298	Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,03571	0,02758	0,03438
299	Miesbach	LK	0,03702	0,02704	0,03404
300	Kronach	LK	0,03681	0,02696	0,03386
301	Osterode am Harz	LK	0,03645	0,02694	0,03383
302	Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,03555	0,02641	0,03320
303	Traunstein	LK	0,03479	0,02642	0,03286
304	Anhalt-Bitterfeld	LK	0,03430	0,02677	0,03279
305	Donnersbergkreis	LK	0,03431	0,02638	0,03268
306	Landshut	LK	0,03422	0,02583	0,03238
307	Hersfeld-Rotenburg	LK	0,03367	0,02617	0,03238
308	Nordhausen	LK	0,03340	0,02602	0,03229
309	Weimarer Land	LK	0,03380	0,02610	0,03221
310	Hochsauerlandkreis	LK	0,03357	0,02577	0,03188
311	Görlitz	LK	0,03349	0,02543	0,03170
312	Cloppenburg	LK	0,03373	0,02516	0,03159
313	Emsland	LK	0,03349	0,02509	0,03152
314	Sigmaringen	LK	0,03390	0,02451	0,03100
315	Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,03326	0,02479	0,03096
316	Eichsfeld	LK	0,03252	0,02466	0,03094
317	Eichstätt	LK	0,03278	0,02452	0,03090
318	Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,03226	0,02461	0,03082
319	Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,03221	0,02472	0,03058
320	Mansfeld-Südharz	LK	0,03129	0,02485	0,03035
321	Celle	LK	0,03243	0,02433	0,03032
322	Kelheim	LK	0,03137	0,02420	0,03013
323	Dahme-Spreewald	LK	0,03180	0,02418	0,03000
324	Ostallgäu	LK	0,03171	0,02400	0,02999
325	Diepholz	LK	0,03209	0,02370	0,02979
326	Saale-Holzland-Kreis	LK	0,03092	0,02421	0,02975

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
327	Donau-Ries	LK	0,03263	0,02337	0,02972
328	Märkisch-Oderland	LK	0,03200	0,02362	0,02960
329	Südwestpfalz	LK	0,03101	0,02358	0,02934
330	Main-Tauber-Kreis	LK	0,03109	0,02330	0,02933
331	Höxter	LK	0,03104	0,02341	0,02913
332	Schmalkalden-Meiningen	LK	0,03058	0,02327	0,02900
333	Schwandorf	LK	0,03057	0,02301	0,02895
334	Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,03082	0,02317	0,02892
335	Oberspreewald-Lausitz	LK	0,02925	0,02396	0,02871
336	Gifhorn	LK	0,03059	0,02286	0,02867
337	Birkenfeld	LK	0,03031	0,02308	0,02862
338	Vorpommern-Greifswald	LK	0,11536	0,01700	0,02857
339	Northeim	LK	0,03011	0,02298	0,02853
340	Wesermarsch	LK	0,02997	0,02292	0,02843
341	Holzminden	LK	0,03089	0,02252	0,02834
342	Oberallgäu	LK	0,03012	0,02274	0,02827
343	Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,03081	0,02226	0,02821
344	Main-Spessart	LK	0,03011	0,02234	0,02815
345	Werra-Meißner-Kreis	LK	0,02964	0,02260	0,02815
346	Harz	LK	0,02976	0,02234	0,02791
347	Ansbach	LK	0,02922	0,02213	0,02776
348	Wartburgkreis	LK	0,02947	0,02228	0,02775
349	Dithmarschen	LK	0,02912	0,02229	0,02760
350	Haßberge	LK	0,02894	0,02166	0,02724
351	Schleswig-Flensburg	LK	0,02894	0,02180	0,02721
352	Rottal-Inn	LK	0,02918	0,02134	0,02701
353	Bernkastel-Wittlich	LK	0,02852	0,02183	0,02700
354	Bad Kissingen	LK	0,02804	0,02140	0,02691
355	Waldeck-Frankenberg	LK	0,02918	0,02130	0,02689
356	Havelland	LK	0,02884	0,02152	0,02685
357	Teltow-Fläming	LK	0,02881	0,02145	0,02684
358	Cuxhaven	LK	0,02796	0,02110	0,02645
359	Nordsachsen	LK	0,02724	0,02069	0,02565
360	Cham	LK	0,02784	0,01992	0,02526
361	Potsdam-Mittelmark	LK	0,02632	0,02026	0,02511
362	Sömmerda	LK	0,02597	0,02072	0,02507
363	Cochem-Zell	LK	0,02651	0,02012	0,02498
364	Wittmund	LK	0,02692	0,01977	0,02490
365	Straubing-Bogen	LK	0,02574	0,01918	0,02423
366	Garmisch-Partenkirchen	LK	0,02561	0,01954	0,02415
367	Nienburg/Weser	LK	0,02586	0,01910	0,02395
368	Oder-Spree	LK	0,02512	0,01908	0,02372
369	Bayreuth	LK	0,02475	0,01911	0,02371
370	Börde	LK	0,02474	0,01893	0,02343
371	Amberg-Sulzbach	LK	0,02390	0,01811	0,02275
372	Nordwestmecklenburg	LK	0,02337	0,01831	0,02243
373	Regen	LK	0,02455	0,01767	0,02242

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
374	Rhön-Grabfeld	LK	0,02366	0,01770	0,02233
375	Freyung-Grafenau	LK	0,02445	0,01754	0,02223
376	Nordfriesland	LK	0,02403	0,01757	0,02203
377	Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	LK	0,02342	0,01747	0,02201
378	Spree-Neiße	LK	0,02268	0,01731	0,02150
379	Rotenburg (Wümme)	LK	0,02276	0,01704	0,02139
380	Kyffhäuserkreis	LK	0,02260	0,01716	0,02138
381	Heidekreis	LK	0,02187	0,01713	0,02108
382	Vorpommern-Rügen	LK	0,02595	0,01630	0,02099
383	Saale-Orla-Kreis	LK	0,02175	0,01695	0,02083
384	Neustadt a.d. Waldnaab	LK	0,02189	0,01648	0,02076
385	Tirschenreuth	LK	0,02200	0,01653	0,02074
386	Hildburghausen	LK	0,02138	0,01613	0,02018
387	Rostock	LK	0,02105	0,01645	0,02014
388	Vogelsbergkreis	LK	0,02117	0,01604	0,02005
389	Wittenberg	LK	0,02045	0,01539	0,01913
390	Vulkaneifel	LK	0,02013	0,01516	0,01900
391	Jerichower Land	LK	0,01904	0,01462	0,01808
392	Elbe-Elster	LK	0,01942	0,01428	0,01794
393	Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,01655	0,01240	0,01559
394	Uelzen	LK	0,01681	0,01241	0,01552
395	Ludwigslust-Parchim	LK	0,01573	0,01182	0,01475
396	Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,01688	0,01152	0,01456
397	Stendal	LK	0,01559	0,01067	0,01347
398	Uckermark	LK	0,01434	0,01007	0,01265
399	Ostprignitz-Ruppin	LK	0,01316	0,01003	0,01249
400	Prignitz	LK	0,01276	0,00950	0,01188
401	Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,01154	0,00843	0,01057
402	Lüchow-Dannenberg	LK	0,01075	0,00781	0,00980

B.2 Standortranking unter Berücksichtigung überregionaler Effekte

B.2.1 Ergebnisse des CCR-Modells - Skalierungsfaktoren

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Aachen	LK	0,525	0,010	0,007	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,007	0,000
Ahrweiler	LK	0,704	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,001	0,007	0,000
Aichach-Friedberg	LK	0,421	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,002	0,006	0,000
Alb-Donau-Kreis	LK	0,412	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,002	0,007	0,000
Altenburger Land	LK	0,199	0,005	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017
Altenkirchen (Westerwald)	LK	0,468	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,097	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Altötting	LK	0,182	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Alzey-Worms	LK	0,953	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,008	0,000
Amberg	KS	0,308	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Amberg-Sulzbach	LK	0,293	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Ammerland	LK	0,279	0,014	0,011	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,008	0,000
Anhalt-Bitterfeld	LK	0,119	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Ansbach	KS	0,494	0,014	0,000	0,000	0,014	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Ansbach	LK	0,379	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Aschaffenburg	KS	0,742	0,013	0,002	0,000	0,013	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Aschaffenburg	LK	0,592	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Augsburg	KS	0,399	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,010	0,000	0,005	0,000	0,000
Augsburg	LK	0,401	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,002	0,006	0,000
Aurich	LK	0,109	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Bad Dürkheim	LK	0,636	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,002	0,000	0,007	0,000
Bad Kissingen	LK	0,352	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Bad Kreuznach	LK	0,415	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,790	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,007	0,000	0,000
Baden-Baden	KS	0,921	0,003	0,016	0,047	0,000	0,000	0,006	0,000	0,007	0,006	0,000
Bamberg	KS	0,499	0,013	0,000	0,000	0,013	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Bamberg	LK	0,451	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Barnim	LK	0,955	0,008	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,008

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Bautzen	LK	0,085	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,006
Bayreuth	KS	0,479	0,012	0,010	0,000	0,066	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
Bayreuth	LK	0,358	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,000	0,000
Berchtesgadener Land	LK	0,135	0,008	0,000	0,028	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bergstraße	LK	0,979	0,013	0,000	0,003	0,006	0,000	0,008	0,000	0,005	0,005	0,000
Berlin	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,001
Bernkastel-Wittlich	LK	0,261	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Biberach	LK	0,247	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Bielefeld	KS	0,364	0,011	0,000	0,000	0,010	0,000	0,005	0,000	0,004	0,005	0,000
Birkenfeld	LK	0,294	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Böblingen	LK	0,450	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Bochum	KS	1,000	0,010	0,000	0,002	0,006	0,000	0,006	0,000	0,004	0,004	0,000
Bodenseekreis	LK	0,157	0,010	0,000	0,019	0,000	0,000	0,004	0,010	0,000	0,000	0,000
Bonn	KS	0,899	0,000	0,068	0,038	0,002	0,000	0,007	0,000	0,014	0,000	0,000
Börde	LK	0,164	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,007
Borken	LK	0,338	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Bottrop	KS	0,868	0,010	0,006	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,007	0,000
Brandenburg a.d. Havel	KS	0,120	0,014	0,000	0,000	0,013	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Braunschweig	KS	0,774	0,000	0,062	0,067	0,014	0,000	0,000	0,000	0,005	0,020	0,000
Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,329	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,001	0,008	0,000
Bremen	KS	0,652	0,000	0,000	0,142	0,000	0,000	0,011	0,000	0,021	0,000	0,000
Bremerhaven	KS	0,166	0,010	0,038	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Burgenlandkreis	LK	0,232	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,005	0,000	0,004
Calw	LK	0,405	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Celle	LK	0,117	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Cham	LK	0,179	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Chemnitz	KS	0,184	0,011	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,005	0,006	0,000	0,000
Cloppenburg	LK	0,156	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000

			Skalierungsfaktoren									
Region	**Typ**	**CCR**	**Tax**	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Coburg	KS	0,397	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Coburg	LK	0,306	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Cochem-Zell	LK	0,340	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Coesfeld	LK	0,470	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,000	0,000
Cottbus	KS	0,095	0,013	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,011
Cuxhaven	LK	0,143	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Dachau	LK	0,923	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000
Dahme-Spreewald	LK	1,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
Darmstadt	KS	1,000	0,012	0,000	0,002	0,004	0,000	0,007	0,000	0,004	0,005	0,000
Darmstadt-Dieburg	LK	1,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,009	0,000
Deggendorf	LK	0,152	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Delmenhorst	KS	0,408	0,010	0,000	0,015	0,069	0,000	0,011	0,000	0,009	0,000	0,000
Dessau-Roßlau	KS	0,094	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,005
Diepholz	LK	0,248	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Dillingen a.d. Donau	LK	0,337	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Dingolfing-Landau	LK	0,241	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Dithmarschen	LK	0,104	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Donau-Ries	LK	0,327	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Donnersbergkreis	LK	0,538	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,000	0,000
Dortmund	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,000	0,000	0,008	0,000
Dresden	KS	0,359	0,000	0,000	0,076	0,000	0,000	0,000	0,012	0,007	0,000	0,000
Duisburg	KS	0,980	0,000	0,018	0,043	0,008	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003	0,009
Düren	LK	0,592	0,011	0,006	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,002	0,007	0,000
Düsseldorf	KS	1,000	0,011	0,000	0,001	0,011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Ebersberg	LK	0,882	0,012	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000
Eichsfeld	LK	0,293	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Eichstätt	LK	0,369	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,174	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	MP	Urb	Pub	Stud	AL
Eisenach	KS	0,186	0,012	0,002	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Elbe-Elster	LK	0,090	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,007
Emden	KS	0,099	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Emmendingen	LK	0,343	0,012	0,007	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,002	0,008	0,000
Emsland	LK	0,134	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,706	0,009	0,000	0,000	0,008	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Enzkreis	LK	0,560	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Erding	LK	0,992	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Erfurt	KS	0,228	0,002	0,000	0,065	0,046	0,000	0,005	0,000	0,002	0,000	0,015
Erlangen	KS	0,936	0,000	0,260	0,010	0,054	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000
Erlangen-Höchstadt	LK	0,587	0,012	0,000	0,010	0,000	0,000	0,007	0,000	0,005	0,006	0,000
Erzgebirgskreis	LK	0,172	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,003	0,000	0,000
Essen	KS	1,000	0,010	0,000	0,003	0,004	0,000	0,007	0,000	0,000	0,005	0,000
Esslingen	LK	0,850	0,008	0,000	0,026	0,000	0,014	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000
Euskirchen	LK	0,454	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002	0,000	0,007	0,000
Flensburg	KS	0,118	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Forchheim	LK	0,508	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Frankenthal (Pfalz)	KS	0,725	0,008	0,034	0,009	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Frankfurt (Oder)	KS	0,068	0,014	0,000	0,000	0,013	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Frankfurt am Main	KS	0,897	0,004	0,026	0,029	0,000	0,000	0,007	0,000	0,009	0,000	0,003
Freiburg im Breisgau	KS	0,394	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,006	0,000	0,005	0,006	0,000
Freising	LK	1,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Freudenstadt	LK	0,289	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Freyung-Grafenau	LK	0,087	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Friesland	LK	0,140	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Fulda	LK	0,261	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Fürstenfeldbruck	LK	0,822	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000
Fürth	KS	0,447	0,007	0,006	0,021	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	MP	Urb	Pub	Stud	AL
Fürth	LK	0,480	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Garmisch-Partenkirchen	LK	0,170	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Gelsenkirchen	KS	0,942	0,010	0,009	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001	0,002	0,006	0,000
Gera	KS	0,138	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,005
Germersheim	LK	0,517	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Gießen	LK	0,558	0,013	0,010	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,008	0,000
Gifhorn	LK	0,131	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,000	0,000	0,000
Göppingen	LK	0,346	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,000	0,000	0,000
Görlitz	LK	0,080	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,006
Goslar	LK	0,129	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Gotha	LK	0,170	0,013	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,004	0,000	0,004
Göttingen	LK	0,287	0,010	0,000	0,000	0,008	0,000	0,005	0,000	0,004	0,004	0,000
Grafschaft Bentheim	LK	0,161	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Greiz	LK	0,178	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Groß-Gerau	LK	0,830	0,008	0,010	0,014	0,006	0,000	0,009	0,000	0,005	0,000	0,000
Günzburg	LK	0,438	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,007	0,000
Gütersloh	LK	0,407	0,012	0,007	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,002	0,008	0,000
Hagen	KS	0,726	0,010	0,000	0,001	0,010	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Halle (Saale)	KS	0,257	0,009	0,000	0,014	0,061	0,000	0,010	0,000	0,008	0,000	0,000
Hamburg	KS	0,485	0,002	0,000	0,055	0,051	0,018	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
Hameln-Pyrmont	LK	0,153	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Hamm	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
Hannover	LK	0,316	0,009	0,000	0,013	0,000	0,000	0,003	0,007	0,005	0,000	0,000
Harburg	LK	0,385	0,013	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Harz	LK	0,114	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,000	0,006
Haßberge	LK	0,397	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Havelland	LK	0,100	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,007
Heidekreis	LK	0,301	0,011	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,005	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Heidelberg	KS	1,000	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,011	0,000	0,006	0,000	0,000
Heidenheim	LK	0,300	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Heilbronn	KS	0,468	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Heilbronn	LK	0,574	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Heinsberg	LK	0,629	0,012	0,007	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,002	0,008	0,000
Helmstedt	LK	0,143	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Herford	LK	0,227	0,011	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Herne	KS	1,000	0,011	0,011	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,003	0,006	0,001
Hersfeld-Rotenburg	LK	0,208	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Herzogtum Lauenburg	LK	0,392	0,009	0,000	0,014	0,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Hildburghausen	LK	0,259	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Hildesheim	LK	0,280	0,009	0,000	0,000	0,009	0,000	0,003	0,004	0,005	0,000	0,000
Hochsauerlandkreis	LK	0,274	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,000	0,000
Hochtaunuskreis	LK	0,692	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,000	0,000
Hof	KS	0,264	0,000	0,000	0,163	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,023
Hof	LK	0,237	0,011	0,000	0,024	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Hohenlohekreis	LK	0,402	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Holzminden	LK	0,151	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Höxter	LK	0,161	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Ilm-Kreis	LK	0,191	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,004	0,000	0,004
Ingolstadt	KS	0,439	0,013	0,002	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Jena	KS	0,773	0,010	0,016	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,012	0,000
Jerichower Land	LK	0,140	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,007
Kaiserslautern	KS	0,524	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,010	0,000	0,005	0,000	0,000
Kaiserslautern	LK	0,450	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Karlsruhe	KS	0,898	0,012	0,001	0,000	0,016	0,000	0,008	0,000	0,007	0,002	0,000
Karlsruhe	LK	0,883	0,013	0,000	0,000	0,005	0,000	0,007	0,000	0,004	0,005	0,000
Kassel	KS	0,213	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,009	0,000	0,005	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Kassel	LK	0,193	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,000	0,000
Kaufbeuren	KS	0,268	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Kelheim	LK	0,396	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,004	0,000
Kempten (Allgäu)	KS	0,241	0,013	0,002	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Kiel	KS	0,406	0,002	0,179	0,000	0,057	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000
Kitzingen	LK	0,473	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Kleve	LK	0,382	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Koblenz	KS	0,544	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Köln	KS	0,753	0,010	0,000	0,001	0,010	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Konstanz	LK	0,549	0,012	0,009	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000
Krefeld	KS	0,812	0,008	0,000	0,016	0,000	0,009	0,002	0,000	0,005	0,000	0,000
Kronach	LK	0,268	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Kulmbach	LK	0,350	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,004	0,005	0,000
Kusel	LK	0,394	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Kyffhäuserkreis	LK	0,128	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Lahn-Dill-Kreis	LK	0,584	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,008	0,000
Landau in der Pfalz	KS	0,527	0,011	0,040	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Landsberg am Lech	LK	0,870	0,011	0,000	0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000
Landshut	KS	0,281	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Landshut	LK	0,297	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Leer	LK	0,133	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Leipzig	KS	0,261	0,011	0,000	0,002	0,014	0,000	0,008	0,000	0,007	0,000	0,001
Leipzig	LK	0,236	0,009	0,000	0,012	0,000	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,007
Leverkusen	KS	0,810	0,007	0,006	0,021	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Lichtenfels	LK	0,347	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Limburg-Weilburg	LK	0,530	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Lindau (Bodensee)	LK	0,161	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Lippe	LK	0,320	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000	0,007	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Lörrach	LK	0,192	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Lübeck	KS	0,556	0,000	0,050	0,117	0,022	0,000	0,000	0,008	0,000	0,009	0,024
Lüchow-Dannenberg	LK	0,073	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Ludwigsburg	LK	0,723	0,014	0,000	0,000	0,000	0,008	0,005	0,000	0,004	0,000	0,000
Ludwigshafen am Rhein	KS	1,000	0,014	0,000	0,001	0,014	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Ludwigslust-Parchim	LK	0,087	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,007
Lüneburg	LK	0,323	0,014	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
Magdeburg	KS	0,157	0,012	0,000	0,000	0,054	0,000	0,009	0,000	0,008	0,000	0,000
Main-Kinzig-Kreis	LK	0,539	0,012	0,010	0,000	0,000	0,001	0,005	0,000	0,003	0,007	0,000
Main-Spessart	LK	0,481	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Main-Tauber-Kreis	LK	0,456	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Main-Taunus-Kreis	LK	1,000	0,017	0,000	0,001	0,000	0,000	0,012	0,000	0,005	0,000	0,000
Mainz	KS	0,937	0,010	0,000	0,006	0,051	0,000	0,009	0,000	0,008	0,000	0,000
Mainz-Bingen	LK	0,959	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,008	0,000
Mannheim	KS	1,000	0,008	0,000	0,045	0,011	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Mansfeld-Südharz	LK	0,208	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,005	0,000	0,006
Marburg-Biedenkopf	LK	0,496	0,013	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,003	0,006	0,000
Märkischer Kreis	LK	0,499	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Märkisch-Oderland	LK	0,094	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,008
Mayen-Koblenz	LK	0,410	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,052	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,012
Meißen	LK	0,285	0,009	0,000	0,013	0,000	0,000	0,003	0,008	0,005	0,000	0,000
Memmingen	KS	0,359	0,009	0,010	0,053	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
Merzig-Wadern	LK	0,284	0,012	0,007	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000	0,009	0,000
Mettmann	LK	1,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Miesbach	LK	0,785	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,007	0,000	0,000
Miltenberg	LK	0,581	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Minden-Lübbecke	LK	0,169	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Mittelsachsen	LK	0,176	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,003	0,000	0,000
Mönchengladbach	KS	0,703	0,007	0,000	0,014	0,000	0,008	0,002	0,000	0,005	0,000	0,000
Mühldorf am Inn	LK	0,235	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Mülheim a.d. Ruhr	KS	0,985	0,010	0,000	0,002	0,006	0,000	0,006	0,000	0,004	0,004	0,000
München	KS	1,000	0,010	0,000	0,001	0,014	0,000	0,005	0,000	0,008	0,000	0,000
München	LK	1,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,009	0,000	0,000
Münster	KS	0,491	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,009	0,000	0,005	0,000	0,000
Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,487	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,373	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,382	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Neumünster	KS	0,323	0,013	0,000	0,000	0,062	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
Neunkirchen	LK	0,312	0,009	0,009	0,008	0,000	0,000	0,004	0,002	0,004	0,006	0,000
Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	LK	0,507	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Neustadt a.d. Waldnaab	LK	0,248	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Neustadt a.d. Weinstraße	KS	0,725	0,013	0,000	0,000	0,013	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Neu-Ulm	LK	0,401	0,014	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,009	0,000
Neuwied	LK	0,504	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Nienburg/Weser	LK	0,175	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Nordfriesland	LK	0,079	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Nordhausen	LK	0,110	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Nordsachsen	LK	0,197	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,000	0,006
Nordwestmecklenburg	LK	0,096	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Northeim	LK	0,277	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,004	0,000
Nürnberg	KS	0,532	0,011	0,000	0,001	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Nürnberger Land	LK	0,433	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Oberallgäu	LK	0,162	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Oberbergischer Kreis	LK	0,532	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Oberhausen	KS	0,862	0,009	0,000	0,004	0,006	0,000	0,005	0,000	0,004	0,004	0,000

			Skalierungsfaktoren									
Region	**Typ**	**CCR**	**Tax**	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Oberhavel	LK	0,110	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,010	0,000	0,000	0,000
Oberspreewald-Lausitz	LK	0,072	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Odenwaldkreis	LK	1,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,010	0,000
Oder-Spree	LK	0,081	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,007
Offenbach	LK	0,881	0,005	0,037	0,024	0,000	0,000	0,009	0,000	0,009	0,000	0,000
Offenbach am Main	KS	0,802	0,004	0,022	0,029	0,000	0,000	0,007	0,000	0,008	0,000	0,003
Oldenburg	LK	0,274	0,013	0,010	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,008	0,000
Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,306	0,011	0,009	0,000	0,060	0,000	0,009	0,000	0,009	0,000	0,000
Olpe	LK	0,405	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Ortenaukreis	LK	0,205	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Osnabrück	KS	0,314	0,012	0,000	0,000	0,016	0,000	0,010	0,000	0,006	0,000	0,000
Osnabrück	LK	0,243	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,004	0,000
Ostalbkreis	LK	0,318	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Ostallgäu	LK	0,235	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Osterholz	LK	0,266	0,009	0,000	0,012	0,000	0,000	0,005	0,001	0,005	0,005	0,000
Osterode am Harz	LK	0,131	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,006
Ostholstein	LK	0,206	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,002	0,000	0,009	0,000
Ostprignitz-Ruppin	LK	0,061	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,007
Paderborn	LK	0,243	0,009	0,000	0,013	0,003	0,000	0,007	0,000	0,005	0,005	0,000
Passau	KS	0,136	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Passau	LK	0,141	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,002	0,000	0,008	0,000
Peine	LK	0,412	0,009	0,025	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,010	0,000
Pfaffenhofen a.d. Ilm	LK	0,408	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Pforzheim	KS	0,575	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Pinneberg	LK	0,398	0,010	0,000	0,011	0,000	0,009	0,003	0,000	0,006	0,000	0,000
Pirmasens	KS	0,333	0,007	0,007	0,022	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Plön	LK	0,280	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,002	0,007	0,000
Potsdam	KS	0,911	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,001

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Potsdam-Mittelmark	LK	0,117	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,008	0,002
Prignitz	LK	0,061	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Rastatt	LK	0,841	0,010	0,000	0,014	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006	0,006	0,000
Ravensburg	LK	0,180	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Recklinghausen	LK	0,897	0,010	0,011	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,002	0,007	0,000
Regen	LK	0,121	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Regensburg	KS	0,461	0,004	0,114	0,000	0,026	0,000	0,002	0,000	0,018	0,000	0,000
Regensburg	LK	0,462	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,004	0,005	0,000
Remscheid	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rems-Murr-Kreis	LK	0,684	0,014	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
Rendsburg-Eckernförde	LK	0,265	0,014	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,003	0,007	0,000
Reutlingen	LK	0,534	0,014	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,001	0,007	0,000
Rhein-Erft-Kreis	LK	0,633	0,010	0,036	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,620	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,406	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,661	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Rhein-Kreis Neuss	LK	0,855	0,002	0,032	0,027	0,000	0,009	0,002	0,000	0,007	0,000	0,000
Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,485	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,956	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,007	0,000	0,005	0,006	0,000
Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,781	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,707	0,008	0,001	0,010	0,000	0,000	0,005	0,000	0,004	0,005	0,000
Rhön-Grabfeld	LK	0,276	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Rosenheim	KS	0,289	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Rosenheim	LK	0,258	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Rostock	KS	0,257	0,001	0,084	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000
Rostock	LK	0,206	0,009	0,000	0,013	0,002	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,001
Rotenburg (Wümme)	LK	0,235	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,004	0,000
Roth	LK	0,396	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	MP	Urb	Pub	Stud	AL
Rottal-Inn	LK	0,159	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Rottweil	LK	0,223	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,007	0,000
Saale-Holzland-Kreis	LK	0,701	0,011	0,009	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000
Saalekreis	LK	0,243	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,005	0,000	0,004
Saale-Orla-Kreis	LK	0,170	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,192	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Saarbrücken	LK	0,400	0,001	0,046	0,042	0,000	0,000	0,000	0,016	0,006	0,000	0,000
Saarlouis	LK	0,297	0,010	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,009	0,000
Saarpfalz-Kreis	LK	0,295	0,008	0,008	0,025	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,253	0,008	0,000	0,012	0,000	0,000	0,002	0,007	0,005	0,000	0,000
Salzgitter	KS	0,502	0,007	0,049	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,012	0,000
Salzlandkreis	LK	0,144	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,000	0,006
Schaumburg	LK	0,317	0,008	0,004	0,010	0,000	0,000	0,003	0,007	0,005	0,000	0,000
Schleswig-Flensburg	LK	0,101	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Schmalkalden-Meiningen	LK	0,205	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Schwabach	KS	0,476	0,011	0,040	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Schwäbisch Hall	LK	0,340	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,222	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Schwandorf	LK	0,351	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,004	0,005	0,000
Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,180	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,000	0,007	0,000
Schweinfurt	KS	0,438	0,011	0,039	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Schweinfurt	LK	0,447	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Schwerin	KS	0,098	0,012	0,000	0,000	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Segeberg	LK	0,374	0,008	0,006	0,011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000
Siegen-Wittgenstein	LK	0,396	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,005	0,000
Sigmaringen	LK	0,196	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Soest	LK	0,315	0,009	0,000	0,000	0,009	0,000	0,008	0,000	0,004	0,000	0,000
Solingen	KS	0,971	0,003	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Sömmerda	LK	0,164	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,000	0,006
Sonneberg	LK	0,245	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Speyer	KS	0,778	0,012	0,000	0,001	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Spree-Neiße	LK	0,101	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,011
St. Wendel	LK	0,353	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,008	0,000
Stade	LK	0,142	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Starnberg	LK	1,000	0,017	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000
Steinburg	LK	0,369	0,012	0,011	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Steinfurt	LK	0,417	0,009	0,001	0,012	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,006	0,000
Stendal	LK	0,073	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Stormarn	LK	0,421	0,009	0,006	0,012	0,000	0,011	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000
Straubing	KS	0,192	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Straubing-Bogen	LK	0,237	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Stuttgart	KS	0,957	0,002	0,000	0,054	0,050	0,017	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
Südliche Weinstraße	LK	0,490	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Südwestpfalz	LK	0,368	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Suhl	KS	0,190	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Teltow-Fläming	LK	0,116	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Tirschenreuth	LK	0,195	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Traunstein	LK	0,151	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Trier	KS	0,223	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Trier-Saarburg	LK	0,217	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,007	0,000
Tübingen	LK	0,577	0,013	0,000	0,001	0,003	0,000	0,007	0,000	0,003	0,006	0,000
Tuttlingen	LK	0,191	0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,000	0,008	0,000
Uckermark	LK	0,046	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,012
Uelzen	LK	0,093	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Ulm	KS	0,495	0,014	0,000	0,000	0,067	0,000	0,011	0,000	0,010	0,000	0,000
Unna	LK	1,000	0,011	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,000

Region	**Typ**	**CCR**	**Skalierungsfaktoren**									
			Tax	**AB**	**Flug**	**Bahn**	**NPP**	**MP**	**Urb**	**Pub**	**Stud**	**AL**
Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,135	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Unterallgäu	LK	0,314	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Vechta	LK	0,199	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Verden	LK	0,251	0,009	0,000	0,011	0,001	0,000	0,005	0,001	0,005	0,005	0,000
Viersen	LK	0,703	0,008	0,005	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Vogelsbergkreis	LK	0,276	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Vogtlandkreis	LK	0,129	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,000	0,000	0,000
Vorpommern-Greifswald	LK	0,075	0,010	0,000	0,000	0,009	0,000	0,005	0,000	0,006	0,000	0,003
Vorpommern-Rügen	LK	0,076	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,012
Vulkaneifel	LK	0,282	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Waldeck-Frankenberg	LK	0,273	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Waldshut	LK	0,110	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000
Warendorf	LK	0,422	0,009	0,000	0,008	0,000	0,000	0,005	0,000	0,004	0,005	0,000
Wartburgkreis	LK	0,179	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Weiden in der Oberpfalz	KS	0,238	0,011	0,041	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Weilheim-Schongau	LK	0,245	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Weimar	KS	0,197	0,012	0,000	0,000	0,011	0,000	0,010	0,000	0,005	0,000	0,000
Weimarer Land	LK	0,200	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,007
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,367	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Werra-Meißner-Kreis	LK	0,174	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003	0,005	0,000
Wesel	LK	0,903	0,010	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,009	0,000
Wesermarsch	LK	0,234	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,002	0,006	0,000
Westerwaldkreis	LK	0,476	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Wetteraukreis	LK	0,659	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,004	0,005	0,000
Wiesbaden	KS	0,917	0,011	0,000	0,004	0,009	0,000	0,007	0,000	0,006	0,004	0,000
Wilhelmshaven	KS	0,122	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,005
Wittenberg	LK	0,107	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
Wittmund	LK	0,132	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000

Region	Typ	CCR	Skalierungsfaktoren									
			Tax	AB	Flug	Bahn	NPP	MP	Urb	Pub	Stud	AL
Wolfenbüttel	LK	0,378	0,009	0,014	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,010	0,000
Wolfsburg	KS	0,228	0,014	0,000	0,001	0,014	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
Worms	KS	0,830	0,013	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,192	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Wuppertal	KS	1,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Würzburg	KS	0,556	0,012	0,000	0,000	0,058	0,000	0,010	0,000	0,009	0,000	0,000
Würzburg	LK	0,494	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,000	0,000
Zollernalbkreis	LK	0,258	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
Zweibrücken	KS	0,464	0,000	0,064	0,114	0,000	0,000	0,016	0,000	0,022	0,000	0,000
Zwickau	LK	0,182	0,008	0,004	0,010	0,000	0,000	0,003	0,007	0,005	0,000	0,000

B.2.2 Ergebnisse des CCR-Modells - Referenzsets

Region	Typ	CCR	$\sum \lambda$	Referenzset									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Aachen	LK	0,52	0,62	0,04	Wuppertal	0,12	Dortmund	0,26	Darmstadt	0,00	Darmstadt-Dieburg	0,19	Dahme-Spreewald
Ahrweiler	LK	0,70	0,76	0,02	Wuppertal	0,13	Mettmann	0,36	Darmstadt-Dieburg	0,24	Dahme-Spreewald		
Aichach-Friedberg	LK	0,42	0,41	0,29	Mettmann	0,09	Darmstadt-Dieburg	0,03	Dahme-Spreewald				
Alb-Donau-Kreis	LK	0,41	0,42	0,24	Mettmann	0,08	Darmstadt-Dieburg	0,10	Dahme-Spreewald				
Altenburger Land	LK	0,20	0,16	0,09	Düsseldorf	0,07	Wuppertal						
Altenkirchen (Westerwald)	LK	0,47	0,49	0,49	Mettmann								
Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,10	0,09	0,09	Mettmann								
Altötting	LK	0,18	0,16	0,16	Mettmann								
Alzey-Worms	LK	0,95	0,91	0,30	Essen	0,15	Mettmann	0,24	Darmstadt-Dieburg	0,21	Dahme-Spreewald		
Amberg	KS	0,31	0,30	0,30	Mettmann								
Amberg-Sulzbach	LK	0,29	0,30	0,30	Mettmann								
Ammerland	LK	0,28	0,26	0,11	Essen	0,03	Mettmann	0,04	München	0,08	Dahme-Spreewald		
Anhalt-Bitterfeld	LK	0,12	0,11	0,02	Wuppertal	0,09	Mettmann						
Ansbach	KS	0,49	0,39	0,39	Wuppertal								
Ansbach	LK	0,38	0,35	0,35	Mettmann								
Aschaffenburg	KS	0,74	0,62	0,03	Essen	0,59	Wuppertal						
Aschaffenburg	LK	0,59	0,54	0,54	Mettmann								
Augsburg	KS	0,40	0,40	0,26	Wuppertal	0,10	Heidelberg	0,04	Mettmann				

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Augsburg	LK	0,40	0,39	0,24	Mettmann	0,11	Darmstadt-Dieburg	0,03	Dahme-Spreewald				
Aurich	LK	0,11	0,09	0,00	Remscheid	0,09	Wuppertal						
Bad Dürkheim	LK	0,64	0,63	0,07	Wuppertal	0,48	Mettmann	0,09	Darmstadt-Dieburg				
Bad Kissingen	LK	0,35	0,34	0,34	Mettmann								
Bad Kreuznach	LK	0,42	0,44	0,44	Mettmann								
Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,79	1,05	0,42	München	0,63	Dahme-Spreewald						
Baden-Baden	KS	0,92	0,84	0,15	Düsseldorf	0,09	Heidelberg	0,03	Mannheim	0,50	Berlin	0,06	Unna
Bamberg	KS	0,50	0,42	0,42	Wuppertal								
Bamberg	LK	0,45	0,40	0,40	Mettmann								
Barnim	LK	0,95	1,00	0,51	Berlin	0,49	Dahme-Spreewald						
Bautzen	LK	0,08	0,07	0,07	Remscheid	0,00	Dahme-Spreewald						
Bayreuth	KS	0,48	0,41	0,11	Essen	0,19	Bochum	0,11	Berlin				
Bayreuth	LK	0,36	0,38	0,25	Mettmann	0,14	München						
Berchtesgadener Land	LK	0,14	0,10	0,03	Düsseldorf	0,07	Wuppertal						
Bergstraße	LK	0,98	0,94	0,08	Essen	0,01	Wuppertal	0,07	Darmstadt	0,41	Mettmann	0,37	München
Berlin	KS	1,00	1,00	1,00	Berlin								
Bernkastel-Wittlich	LK	0,26	0,26	0,26	Mettmann								
Biberach	LK	0,25	0,23	0,23	Mettmann								
Bielefeld	KS	0,36	0,39	0,05	Wuppertal	0,19	Bochum	0,03	Dortmund	0,07	Berlin	0,05	Dahme-Spreewald
Birkenfeld	LK	0,29	0,31	0,31	Mettmann								
Böblingen	LK	0,45	0,45	0,45	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Bochum	KS	1,00	1,00	1,00	Bochum								
Bodenseekreis	LK	0,16	0,14	0,02	Düsseldorf	0,05	Wuppertal	0,06	Mettmann				
Bonn	KS	0,90	0,82	0,52	Essen	0,12	Heidelberg	0,16	Berlin	0,02	Freising		
Börde	LK	0,16	0,16	0,00	Wuppertal	0,11	Mettmann	0,04	Dahme-Spreewald				
Borken	LK	0,34	0,39	0,39	Mettmann								
Bottrop	KS	0,87	0,96	0,04	Essen	0,55	Wuppertal	0,32	Darmstadt	0,05	Darmstadt-Dieburg	0,01	Dahme-Spreewald
Brandenburg a.d. Havel	KS	0,12	0,10	0,10	Wuppertal								
Braunschweig	KS	0,77	0,42	0,08	Essen	0,04	Darmstadt	0,13	Berlin	0,16	Unna		
Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,33	0,38	0,04	Wuppertal	0,01	Mettmann	0,10	Darmstadt-Dieburg	0,24	Dahme-Spreewald		
Bremen	KS	0,65	0,45	0,24	Mannheim	0,21	Berlin						
Bremerhaven	KS	0,17	0,17	0,04	Essen	0,12	Mettmann						
Burgenlandkreis	LK	0,23	0,25	0,13	Mettmann	0,03	München	0,09	Dahme-Spreewald				
Calw	LK	0,41	0,39	0,39	Mettmann								
Celle	LK	0,12	0,12	0,12	Mettmann								
Cham	LK	0,18	0,16	0,16	Mettmann								
Chemnitz	KS	0,18	0,20	0,09	Wuppertal	0,07	Berlin	0,04	Starnberg	0,00	Dahme-Spreewald		
Cloppenburg	LK	0,16	0,15	0,15	Mettmann								
Coburg	KS	0,40	0,30	0,30	Mettmann								
Coburg	LK	0,31	0,30	0,30	Mettmann								
Cochem-Zell	LK	0,34	0,33	0,33	Mettmann								
Coesfeld	LK	0,47	0,62	0,38	Mettmann	0,24	München						
Cottbus	KS	0,10	0,08	0,08	Wuppertal	0,01	Berlin						
Cuxhaven	LK	0,14	0,15	0,15	Mettmann								
Dachau	LK	0,92	1,00	0,32	Freising	0,68	München						

Region	Typ	CCR	$\sum \lambda$	Referenzset λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region
Dahme-Spreewald	LK	1,00	1,00	1,00	Dahme-Spreewald								
Darmstadt	KS	1,00	1,00	1,00	Darmstadt								
Darmstadt-Dieburg	LK	1,00	1,00	1,00	Darmstadt-Dieburg								
Deggendorf	LK	0,15	0,14	0,14	Mettmann								
Delmenhorst	KS	0,41	0,40	0,08	Essen	0,13	Ludwigshafen	0,20	Berlin				
Dessau-Roßlau	KS	0,09	0,11	0,03	Wuppertal	0,08	Mettmann						
Diepholz	LK	0,25	0,29	0,11	Mettmann	0,12	München	0,06	Dahme-Spreewald				
Dillingen a.d. Donau	LK	0,34	0,30	0,30	Mettmann								
Dingolfing-Landau	LK	0,24	0,20	0,20	Mettmann								
Dithmarschen	LK	0,10	0,10	0,10	Mettmann								
Donau-Ries	LK	0,33	0,30	0,30	Mettmann								
Donnersbergkreis	LK	0,54	0,55	0,51	Mettmann	0,04	München						
Dortmund	KS	1,00	1,00	1,00	Dortmund								
Dresden	KS	0,36	0,34	0,07	Düsseldorf	0,27	Berlin						
Duisburg	KS	0,98	0,97	0,68	Essen	0,09	Wuppertal	0,14	Dortmund	0,03	Ludwigshafen	0,02	Berlin
Düren	LK	0,59	0,70	0,20	Essen	0,10	Mettmann	0,23	Darmstadt-Dieburg	0,17	Dahme-Spreewald		
Düsseldorf	KS	1,00	1,00	1,00	Düsseldorf								
Ebersberg	LK	0,88	1,02	0,76	München	0,26	Dahme-Spreewald						
Eichsfeld	LK	0,29	0,38	0,05	Mettmann	0,18	München	0,15	Dahme-Spreewald				
Eichstätt	LK	0,37	0,35	0,35	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,17	0,18	0,18	Mettmann								
Eisenach	KS	0,19	0,17	0,02	Essen	0,11	Wuppertal	0,04	Mettmann				
Elbe-Elster	LK	0,09	0,07	0,02	Wuppertal	0,05	Mettmann						
Emden	KS	0,10	0,09	0,09	Wuppertal								
Emmendingen	LK	0,34	0,39	0,06	Essen	0,03	Mettmann	0,08	Darmstadt-Dieburg	0,24	Dahme-Spreewald		
Emsland	LK	0,13	0,13	0,13	Mettmann								
Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,71	0,88	0,08	Wuppertal	0,80	Mettmann						
Enzkreis	LK	0,56	0,51	0,51	Mettmann								
Erding	LK	0,99	1,00	0,59	Freising	0,41	München						
Erfurt	KS	0,23	0,24	0,01	Düsseldorf	0,06	Dortmund	0,06	Ludwigshafen	0,08	Mannheim	0,03	Berlin
Erlangen	KS	0,94	0,76	0,60	Essen	0,16	Berlin						
Erlangen-Höchstadt	LK	0,59	0,62	0,33	Mettmann	0,11	Main-Taunus-Kreis	0,08	München	0,09	Dahme-Spreewald		
Erzgebirgskreis	LK	0,17	0,20	0,07	Wuppertal	0,02	Mettmann	0,12	Dahme-Spreewald				
Essen	KS	1,00	1,00	1,00	Essen								
Esslingen	LK	0,85	0,73	0,30	Düsseldorf	0,26	Wuppertal	0,16	Berlin				
Euskirchen	LK	0,45	0,43	0,38	Wuppertal	0,03	Odenwaldkreis	0,02	Dahme-Spreewald				
Flensburg	KS	0,12	0,10	0,10	Wuppertal								
Forchheim	LK	0,51	0,56	0,36	Mettmann	0,08	München	0,12	Dahme-Spreewald				
Frankenthal (Pfalz)	KS	0,72	0,76	0,18	Essen	0,07	Ludwigshafen	0,52	Mettmann				
Frankfurt (Oder)	KS	0,07	0,06	0,06	Wuppertal								

Region	Typ	CCR	$\sum \lambda$	Referenzset λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region
Frankfurt am Main	KS	0,90	1,10	0,01	Essen	0,51	Ludwigshafen	0,41	Heidelberg	0,13	Main-Taunus-Kreis	0,026	Freising
Freiburg im Breisgau	KS	0,39	0,37	0,03	Wuppertal	0,01	Bochum	0,03	Dortmund	0,07	Darmstadt	0,24	Berlin
Freising	LK	1,00	1,00	1,00	Freising								
Freudenstadt	LK	0,29	0,28	0,28	Mettmann								
Freyung-Grafenau	LK	0,09	0,08	0,08	Mettmann								
Friesland	LK	0,14	0,13	0,03	Wuppertal	0,10	Mettmann						
Fulda	LK	0,26	0,25	0,25	Mettmann								
Fürstenfeldbruck	LK	0,82	1,00	0,09	Freising	0,91	München						
Fürth	KS	0,45	0,50	0,18	Düsseldorf	0,04	Ludwigshafen	0,28	Mettmann				
Fürth	LK	0,48	0,46	0,46	Mettmann								
Garmisch-Partenkirchen	LK	0,17	0,16	0,05	Wuppertal	0,10	Mettmann						
Gelsenkirchen	KS	0,94	1,06	0,56	Essen	0,25	Wuppertal	0,07	Mettmann	0,00	München	0,17	Dahme-Spreewald
Gera	KS	0,14	0,15	0,08	Wuppertal	0,07	Mettmann						
Germersheim	LK	0,52	0,52	0,52	Mettmann								
Gießen	LK	0,56	0,55	0,25	Essen	0,11	Mettmann	0,03	München	0,16	Dahme-Spreewald		
Gifhorn	LK	0,13	0,14	0,01	Wuppertal	0,13	Mettmann						
Göppingen	LK	0,35	0,35	0,00	Wuppertal	0,35	Mettmann						
Görlitz	LK	0,08	0,07	0,07	Remscheid	0,00	Dahme-Spreewald						
Goslar	LK	0,13	0,13	0,13	Mettmann								
Gotha	LK	0,17	0,18	0,01	Wuppertal	0,16	Mettmann	0,00	München	0,02	Dahme-Spreewald		
Göttingen	LK	0,29	0,37	0,06	Bochum	0,04	Berlin	0,22	München	0,06	Dahme-Spreewald		

Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
				Referenzset									
Grafschaft Bentheim	LK	0,16	0,15	0,15	Mettmann								
Greiz	LK	0,18	0,15	0,08	Wuppertal	0,07	Mettmann						
Groß-Gerau	LK	0,83	0,98	0,01	Düsseldorf	0,03	Ludwigshafen	0,13	Heidelberg	0,10	Mettmann	0,70	Main-Taunus-Kreis
Günzburg	LK	0,44	0,41	0,22	Mettmann	0,09	Darmstadt-Dieburg	0,10	Dahme-Spreewald				
Gütersloh	LK	0,41	0,44	0,06	Essen	0,06	Wuppertal	0,10	Mettmann	0,08	Darmstadt-Dieburg	0,14	Dahme-Spreewald
Hagen	KS	0,73	0,90	0,22	Wuppertal	0,54	Ludwigshafen	0,15	Mettmann				
Halle (Saale)	KS	0,26	0,27	0,11	Essen	0,03	Ludwigshafen	0,13	Berlin				
Hamburg	KS	0,48	0,58	0,02	Wuppertal	0,26	Ludwigshafen	0,30	Berlin				
Hameln-Pyrmont	LK	0,15	0,15	0,15	Mettmann								
Hamm	KS	1,00	1,00	1,00	Hamm								
Hannover	LK	0,32	0,38	0,17	Berlin	0,07	Mettmann	0,12	Freising	0,02	Dahme-Spreewald		
Harburg	LK	0,39	0,40	0,14	Remscheid	0,15	München	0,12	Dahme-Spreewald				
Harz	LK	0,11	0,12	0,01	Wuppertal	0,11	Mettmann	0,00	Dahme-Spreewald				
Haßberge	LK	0,40	0,36	0,36	Mettmann								
Havelland	LK	0,10	0,09	0,02	Wuppertal	0,07	Mettmann						
Heidekreis	LK	0,30	0,36	0,06	Remscheid	0,18	München	0,12	Dahme-Spreewald				
Heidelberg	KS	1,00	1,00	1,00	Heidelberg								
Heidenheim	LK	0,30	0,30	0,30	Mettmann								
Heilbronn	KS	0,47	0,52	0,52	Mettmann								
Heilbronn	LK	0,57	0,52	0,52	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Heinsberg	LK	0,63	0,66	0,27	Essen	0,11	Darmstadt	0,11	Darmstadt-Dieburg	0,18	Dahme-Spreewald		
Helmstedt	LK	0,14	0,15	0,01	Wuppertal	0,14	Mettmann						
Herford	LK	0,23	0,23	0,12	Wuppertal	0,11	Mettmann						
Herne	KS	1,00	1,00	1,00	Herne								
Hersfeld-Rotenburg	LK	0,21	0,19	0,03	Wuppertal	0,17	Mettmann						
Herzogtum Lauenburg	LK	0,39	0,40	0,11	Wuppertal	0,10	Berlin	0,19	Dahme-Spreewald				
Hildburghausen	LK	0,26	0,25	0,25	Mettmann								
Hildesheim	LK	0,28	0,36	0,06	Wuppertal	0,02	Berlin	0,16	München	0,03	Starnberg	0,10	Dahme-Spreewald
Hochsauerlandkreis	LK	0,27	0,33	0,31	Mettmann	0,02	München						
Hochtaunuskreis	LK	0,69	0,73	0,55	Mettmann	0,18	München						
Hof	KS	0,26	0,24	0,03	Düsseldorf	0,21	Mannheim						
Hof	LK	0,24	0,20	0,02	Düsseldorf	0,18	Mettmann						
Hohenlohekreis	LK	0,40	0,40	0,40	Mettmann								
Holzminden	LK	0,15	0,15	0,15	Mettmann								
Höxter	LK	0,16	0,18	0,18	Mettmann								
Ilm-Kreis	LK	0,19	0,19	0,18	Mettmann	0,01	München	0,00	Dahme-Spreewald				
Ingolstadt	KS	0,44	0,39	0,04	Essen	0,31	Wuppertal	0,03	Mettmann				
Jena	KS	0,77	0,76	0,13	Dortmund	0,35	Darmstadt	0,27	Berlin				
Jerichower Land	LK	0,14	0,14	0,02	Wuppertal	0,07	Mettmann	0,05	Dahme-Spreewald				
Kaiserslautern	KS	0,52	0,51	0,27	Wuppertal	0,15	Heidelberg	0,08	Mettmann				
Kaiserslautern	LK	0,45	0,46	0,39	Mettmann	0,06	München						
Karlsruhe	KS	0,90	0,89	0,29	Bochum	0,24	Heidelberg	0,02	München	0,22	Berlin	0,12	München
Karlsruhe	LK	0,88	0,94	0,20	Wuppertal	0,26	Mettmann	0,22	München	0,26	Dahme-Spreewald		

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Kassel	KS	0,21	0,23	0,09	Wuppertal	0,01	Heidelberg	0,13	Mettmann				
Kassel	LK	0,19	0,21	0,20	Mettmann	0,01	München						
Kaufbeuren	KS	0,27	0,24	0,24	Mettmann								
Kelheim	LK	0,40	0,45	0,26	Mettmann	0,13	München	0,05	Dahme-Spreewald				
Kempten (Allgäu)	KS	0,24	0,21	0,08	Essen	0,08	Wuppertal	0,05	Mettmann				
Kiel	KS	0,41	0,38	0,26	Essen	0,12	Berlin						
Kitzingen	LK	0,47	0,46	0,35	Mettmann	0,11	München						
Kleve	LK	0,38	0,41	0,41	Mettmann								
Koblenz	KS	0,54	0,48	0,48	Wuppertal								
Köln	KS	0,75	0,96	0,03	Wuppertal	0,63	Ludwigshafen	0,30	Mettmann				
Konstanz	LK	0,55	0,53	0,18	Dortmund	0,14	Unna	0,22	Dahme-Spreewald				
Krefeld	KS	0,81	0,84	0,31	Düsseldorf	0,29	Wuppertal	0,20	Mettmann	0,03	Freising		
Kronach	LK	0,27	0,23	0,23	Mettmann								
Kulmbach	LK	0,35	0,36	0,21	Mettmann	0,12	München	0,02	Dahme-Spreewald				
Kusel	LK	0,39	0,41	0,34	Mettmann	0,03	München	0,05	Dahme-Spreewald				
Kyffhäuserkreis	LK	0,13	0,13	0,13	Mettmann								
Lahn-Dill-Kreis	LK	0,58	0,59	0,07	Essen	0,26	Mettmann	0,09	Darmstadt-Dieburg	0,18	Dahme-Spreewald		
Landau in der Pfalz	KS	0,53	0,50	0,24	Essen	0,27	Mettmann						
Landsberg am Lech	LK	0,87	1,01	0,36	München	0,52	Starnberg	0,13	Dahme-Spreewald				
Landshut	KS	0,28	0,30	0,30	Mettmann								
Landshut	LK	0,30	0,29	0,29	Mettmann								
Leer	LK	0,13	0,11	0,06	Wuppertal	0,05	Mettmann						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Leipzig	KS	0,26	0,29	0,08	Wuppertal	0,07	Heidelberg	0,01	München	0,12	Berlin	0,01	München
Leipzig	LK	0,24	0,27	0,02	Wuppertal	0,07	Berlin	0,09	Mettmann	0,10	Dahme-Spreewald		
Leverkusen	KS	0,81	1,00	0,09	Düsseldorf	0,43	Ludwigshafen	0,48	Mettmann				
Lichtenfels	LK	0,35	0,32	0,06	Wuppertal	0,25	Mettmann						
Limburg-Weilburg	LK	0,53	0,49	0,49	Mettmann								
Lindau (Bodensee)	LK	0,16	0,14	0,05	Wuppertal	0,09	Mettmann						
Lippe	LK	0,32	0,41	0,14	Wuppertal	0,08	Odenwaldkreis	0,19	Dahme-Spreewald				
Lörrach	LK	0,19	0,15	0,15	Remscheid								
Lübeck	KS	0,56	0,23	0,12	Essen	0,03	Wuppertal	0,01	Dortmund	0,06	Ludwigshafen		
Lüchow-Dannenberg	LK	0,07	0,08	0,08	Mettmann								
Ludwigsburg	LK	0,72	0,69	0,33	Wuppertal	0,19	Mettmann	0,17	Dahme-Spreewald				
Ludwigshafen	KS	1,00	1,00	1,00	Ludwigshafen								
Ludwigslust-Parchim	LK	0,09	0,07	0,01	Wuppertal	0,06	Mettmann						
Lüneburg	LK	0,32	0,40	0,09	Remscheid	0,03	Wuppertal	0,28	Dahme-Spreewald				
Magdeburg	KS	0,16	0,15	0,13	Bochum	0,02	Berlin						
Main-Kinzig-Kreis	LK	0,54	0,60	0,02	Essen	0,06	Wuppertal	0,30	Mettmann	0,12	München	0,09	Dahme-Spreewald
Main-Spessart	LK	0,48	0,48	0,37	Mettmann	0,11	München						
Main-Tauber-Kreis	LK	0,46	0,47	0,36	Mettmann	0,11	München						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Main-Taunus-Kreis	LK	1,00	1,00	1,00	Main-Taunus-Kreis								
Mainz	KS	0,94	0,88	0,35	Essen	0,37	Bochum	0,15	Berlin				
Mainz-Bingen	LK	0,96	0,91	0,21	Essen	0,17	Mettmann	0,32	Darmstadt-Dieburg	0,21	Dahme-Spreewald		
Mannheim	KS	1,00	1,00	1,00	Mannheim								
Mansfeld-Südharz	LK	0,21	0,22	0,04	Wuppertal	0,05	Mettmann	0,05	München	0,08	Dahme-Spreewald		
Marburg-Biedenkopf	LK	0,50	0,54	0,01	Wuppertal	0,13	Mettmann	0,20	Darmstadt-Dieburg	0,19	Dahme-Spreewald		
Märkischer Kreis	LK	0,50	0,61	0,61	Mettmann								
Märkisch-Oderland	LK	0,09	0,06	0,04	Wuppertal	0,02	Mettmann						
Mayen-Koblenz	LK	0,41	0,42	0,42	Mettmann								
Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,05	0,05	0,03	Wuppertal	0,02	Dahme-Spreewald						
Meißen	LK	0,29	0,32	0,02	Wuppertal	0,15	Berlin	0,03	Mettmann	0,12	Dahme-Spreewald		
Memmingen	KS	0,36	0,30	0,04	Düsseldorf	0,19	Ludwigshafen	0,07	Mannheim				
Merzig-Wadern	LK	0,28	0,28	0,03	Remscheid	0,11	Wuppertal	0,05	Unna	0,08	Dahme-Spreewald		
Mettmann	LK	1,00	1,00	1,00	Mettmann								
Miesbach	LK	0,79	1,05	0,41	München	0,64	Dahme-Spreewald						
Miltenberg	LK	0,58	0,53	0,53	Mettmann								
Minden-Lübbecke	LK	0,17	0,19	0,02	Wuppertal	0,16	Mettmann						
Mittelsachsen	LK	0,18	0,21	0,07	Wuppertal	0,02	Mettmann	0,12	Dahme-Spreewald				

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Mönchengladbach	KS	0,70	0,71	0,09	Düsseldorf	0,54	Wuppertal	0,02	Mettmann	0,06	Freising		
Mühldorf am Inn	LK	0,23	0,22	0,22	Mettmann								
Mülheim a.d. Ruhr	KS	0,99	0,99	0,78	Essen	0,18	Wuppertal	0,03	Bochum	0,01	Darmstadt		
München	KS	1,00	1,00	1,00	München								
München	LK	1,00	1,00	1,00	München								
Münster	KS	0,49	0,59	0,47	Heidelberg	0,05	Mettmann	0,07	München				
Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,49	0,49	0,49	Mettmann								
Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,37	0,35	0,35	Mettmann								
Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,38	0,33	0,33	Mettmann								
Neumünster	KS	0,32	0,28	0,17	Bochum	0,11	Berlin						
Neunkirchen	LK	0,31	0,33	0,04	Essen	0,08	Wuppertal	0,09	Mettmann	0,06	Unna	0,031	Dahme-Spreewald
Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	LK	0,51	0,55	0,35	Mettmann	0,07	München	0,13	Dahme-Spreewald				
Neustadt a.d. Waldnaab	LK	0,25	0,23	0,23	Mettmann								
Neustadt a.d. Weinstraße	KS	0,73	0,61	0,61	Wuppertal								
Neu-Ulm	LK	0,40	0,39	0,06	Essen	0,18	Mettmann	0,05	Darmstadt-Dieburg	0,10	Dahme-Spreewald		
Neuwied	LK	0,50	0,49	0,49	Mettmann								
Nienburg/Weser	LK	0,17	0,15	0,08	Wuppertal	0,07	Mettmann						
Nordfriesland	LK	0,08	0,06	0,05	Wuppertal	0,02	Mettmann						
Nordhausen	LK	0,11	0,12	0,12	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Nordsachsen	LK	0,20	0,26	0,03	Wuppertal	0,06	Mettmann	0,17	Dahme-Spreewald				
Nordwestmecklenburg	LK	0,10	0,09	0,09	Mettmann								
Northeim	LK	0,28	0,38	0,05	Mettmann	0,19	München	0,14	Dahme-Spreewald				
Nürnberg	KS	0,53	0,62	0,08	Wuppertal	0,54	Ludwigshafen						
Nürnberger Land	LK	0,43	0,39	0,39	Mettmann								
Oberallgäu	LK	0,16	0,15	0,03	Wuppertal	0,12	Mettmann						
Oberbergischer Kreis	LK	0,53	0,65	0,65	Mettmann								
Oberhausen	KS	0,86	0,94	0,58	Essen	0,08	Wuppertal	0,11	Bochum	0,15	Dortmund	0,01	Darmstadt
Oberhavel	LK	0,11	0,07	0,04	Wuppertal	0,03	Mettmann						
Oberspreewald-Lausitz	LK	0,07	0,06	0,03	Wuppertal	0,03	Mettmann						
Odenwaldkreis	LK	1,00	1,00	1,00	Odenwaldkreis								
Oder-Spree	LK	0,08	0,06	0,04	Wuppertal	0,02	Mettmann						
Offenbach	LK	0,88	0,96	0,11	Essen	0,82	Main-Taunus-Kreis	0,01	Freising	0,02	München		
Offenbach am Main	KS	0,80	1,02	0,05	Düsseldorf	0,28	Ludwigshafen	0,21	Heidelberg	0,44	Main-Taunus-Kreis	0,05	Freising
Oldenburg	LK	0,27	0,28	0,10	Essen	0,06	Mettmann	0,05	München	0,07	Dahme-Spreewald		
Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,31	0,29	0,13	Essen	0,05	Bochum	0,10	Berlin				
Olpe	LK	0,41	0,46	0,46	Mettmann								
Ortenaukreis	LK	0,20	0,20	0,00	Wuppertal	0,20	Mettmann						
Osnabrück	KS	0,31	0,28	0,06	Essen	0,01	Wuppertal	0,21	Bochum				

Region	Typ	CCR	$\sum\lambda$	**Referenzset**									
				λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Osnabrück	LK	0,24	0,26	0,22	Mettmann	0,02	München	0,03	Dahme-Spreewald				
Ostalbkreis	LK	0,32	0,31	0,31	Mettmann								
Ostallgäu	LK	0,23	0,21	0,21	Mettmann								
Osterholz	LK	0,27	0,34	0,03	Mettmann	0,16	Main-Taunus-Kreis	0,03	Freising	0,06	München	0,05	Dahme-Spreewald
Osterode am Harz	LK	0,13	0,13	0,00	Wuppertal	0,13	Mettmann	0,00	Dahme-Spreewald				
Ostholstein	LK	0,21	0,21	0,09	Wuppertal	0,01	Darmstadt-Dieburg	0,00	Odenwaldkreis	0,10	Dahme-Spreewald		
Ostprignitz-Ruppin	LK	0,06	0,05	0,00	Wuppertal	0,05	Mettmann						
Paderborn	LK	0,24	0,29	0,03	Düsseldorf	0,01	Dortmund	0,03	Heidelberg	0,06	Mettmann	0,17	Main-Taunus-Kreis
Passau	KS	0,14	0,12	0,12	Wuppertal								
Passau	LK	0,14	0,12	0,04	Wuppertal	0,06	Mettmann	0,02	Darmstadt-Dieburg				
Peine	LK	0,41	0,39	0,05	Berlin	0,25	Unna	0,00	München	0,09	Dahme-Spreewald		
Pfaffenhofen a.d. Ilm	LK	0,41	0,36	0,36	Mettmann								
Pforzheim	KS	0,58	0,53	0,53	Wuppertal								
Pinneberg	LK	0,40	0,40	0,13	Wuppertal	0,08	Freising	0,03	München	0,16	Dahme-Spreewald		
Pirmasens	KS	0,33	0,37	0,03	Düsseldorf	0,10	Ludwigshafen	0,24	Mettmann				
Plön	LK	0,28	0,29	0,08	Mettmann	0,07	Darmstadt-Dieburg	0,14	Dahme-Spreewald				
Potsdam	KS	0,91	1,00	1,00	Berlin								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Potsdam-Mittelmark	LK	0,12	0,10	0,00	Wuppertal	0,08	Mettmann	0,01	Darmstadt-Dieburg				
Prignitz	LK	0,06	0,05	0,05	Mettmann								
Rastatt	LK	0,84	0,81	0,28	Dortmund	0,05	Berlin	0,02	Main-Taunus-Kreis	0,33	Freising	0,12	Dahme-Spreewald
Ravensburg	LK	0,18	0,17	0,17	Mettmann								
Recklinghausen	LK	0,90	0,96	0,16	Remscheid	0,12	Wuppertal	0,40	Herne	0,15	Unna	0,13	Dahme-Spreewald
Regen	LK	0,12	0,12	0,12	Mettmann								
Regensburg	KS	0,46	0,44	0,21	Essen	0,06	Herne	0,09	München	0,07	München		
Regensburg	LK	0,46	0,45	0,27	Mettmann	0,14	München	0,04	Dahme-Spreewald				
Remscheid	KS	1,00	1,00	1,00	Remscheid								
Rems-Murr-Kreis	LK	0,68	0,63	0,21	Remscheid	0,23	Wuppertal	0,19	Dahme-Spreewald				
Rendsburg-Eckernförde	LK	0,27	0,29	0,03	Wuppertal	0,06	Mettmann	0,06	Darmstadt-Dieburg	0,14	Dahme-Spreewald		
Reutlingen	LK	0,53	0,60	0,00	Wuppertal	0,05	Mettmann	0,34	Darmstadt-Dieburg	0,21	Dahme-Spreewald		
Rhein-Erft-Kreis	LK	0,63	0,67	0,37	Essen	0,31	Mettmann						
Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,62	0,59	0,59	Mettmann								
Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,41	0,39	0,39	Mettmann								
Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,66	0,82	0,82	Mettmann								
Rhein-Kreis Neuss	LK	0,85	0,92	0,14	Essen	0,31	Remscheid	0,16	Ludwigshafen	0,05	Berlin	0,26	Mettmann

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,48	0,49	0,49	Mettmann								
Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,96	0,95	0,50	Mettmann	0,07	Main-Taunus-Kreis	0,20	München	0,18	Dahme-Spreewald		
Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,78	0,72	0,15	Wuppertal	0,57	Mettmann						
Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,71	0,86	0,32	Dortmund	0,23	Mettmann	0,11	Main-Taunus-Kreis	0,19	München	0,01	Dahme-Spreewald
Rhön-Grabfeld	LK	0,28	0,28	0,28	Mettmann								
Rosenheim	KS	0,29	0,25	0,25	Wuppertal								
Rosenheim	LK	0,26	0,23	0,23	Mettmann								
Rostock	KS	0,26	0,27	0,05	Essen	0,22	Berlin						
Rostock	LK	0,21	0,22	0,01	Berlin	0,08	Freising	0,03	München	0,10	Dahme-Spreewald		
Rotenburg (Wümme)	LK	0,24	0,29	0,10	Mettmann	0,12	München	0,07	Dahme-Spreewald				
Roth	LK	0,40	0,38	0,38	Mettmann								
Rottal-Inn	LK	0,16	0,15	0,15	Mettmann								
Rottweil	LK	0,22	0,21	0,21	Mettmann	0,00	Darmstadt-Dieburg						
Saale-Holzland-Kreis	LK	0,70	0,71	0,04	Dortmund	0,31	Unna	0,36	Dahme-Spreewald				
Saalekreis	LK	0,24	0,25	0,13	Mettmann	0,03	München	0,09	Dahme-Spreewald				
Saale-Orla-Kreis	LK	0,17	0,17	0,17	Mettmann								
Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,19	0,19	0,19	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Saarbrücken	LK	0,40	0,42	0,14	Essen	0,03	Remscheid	0,18	Ludwigshafen	0,07	Berlin		
Saarlouis	LK	0,30	0,29	0,10	Remscheid	0,09	Herne	0,04	Unna	0,05	Dahme-Spreewald		
Saarpfalz-Kreis	LK	0,30	0,27	0,18	Düsseldorf	0,00	Ludwigshafen	0,09	Mettmann				
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,25	0,32	0,03	Wuppertal	0,09	Berlin	0,01	Mettmann	0,18	Dahme-Spreewald		
Salzgitter	KS	0,50	0,45	0,12	Essen	0,15	Herne	0,10	Berlin	0,07	Unna		
Salzlandkreis	LK	0,14	0,16	0,01	Wuppertal	0,11	Mettmann	0,05	Dahme-Spreewald				
Schaumburg	LK	0,32	0,38	0,01	Wuppertal	0,05	Berlin	0,07	Mettmann	0,14	München	0,11	Dahme-Spreewald
Schleswig-Flensburg	LK	0,10	0,10	0,10	Mettmann								
Schmalkalden-Meiningen	LK	0,21	0,21	0,21	Mettmann								
Schwabach	KS	0,48	0,45	0,20	Essen	0,25	Mettmann						
Schwäbisch Hall	LK	0,34	0,34	0,34	Mettmann								
Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,22	0,22	0,21	Mettmann	0,01	München						
Schwandorf	LK	0,35	0,39	0,19	Mettmann	0,07	München	0,13	Dahme-Spreewald				
Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,18	0,16	0,05	Wuppertal	0,09	Mettmann	0,02	Darmstadt-Dieburg				
Schweinfurt	KS	0,44	0,42	0,09	Essen	0,33	Mettmann						
Schweinfurt	LK	0,45	0,41	0,41	Mettmann								
Schwerin	KS	0,10	0,09	0,09	Wuppertal								
Segeberg	LK	0,37	0,40	0,14	Wuppertal	0,06	Freising	0,12	München	0,08	Dahme-Spreewald		

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum\lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Siegen-Wittgenstein	LK	0,40	0,46	0,19	Mettmann	0,28	Darmstadt-Dieburg						
Sigmaringen	LK	0,20	0,18	0,18	Mettmann								
Soest	LK	0,32	0,37	0,04	Heidelberg	0,33	Mettmann	0,00	München				
Solingen	KS	0,97	1,00	0,01	Düsseldorf	1,00	Wuppertal						
Sömmerda	LK	0,16	0,16	0,02	Wuppertal	0,12	Mettmann	0,02	Dahme-Spreewald				
Sonneberg	LK	0,24	0,24	0,24	Mettmann								
Speyer	KS	0,78	0,76	0,38	Wuppertal	0,27	Ludwigshafen	0,10	Mettmann				
Spree-Neiße	LK	0,10	0,10	0,05	Wuppertal	0,05	Dahme-Spreewald						
St. Wendel	LK	0,35	0,33	0,04	Essen	0,11	Wuppertal	0,08	Mettmann	0,05	Darmstadt-Dieburg	0,06	Dahme-Spreewald
Stade	LK	0,14	0,16	0,16	Mettmann								
Starnberg	LK	1,00	1,00	1,00	Starnberg								
Steinburg	LK	0,37	0,40	0,02	Remscheid	0,10	Wuppertal	0,03	München	0,25	Dahme-Spreewald		
Steinfurt	LK	0,42	0,51	0,09	Dortmund	0,05	Berlin	0,18	Main-Taunus-Kreis	0,12	Freising	0,05	München
Stendal	LK	0,07	0,07	0,01	Wuppertal	0,07	Mettmann						
Stormarn	LK	0,42	0,40	0,14	Wuppertal	0,01	Berlin	0,11	Freising	0,09	München	0,06	Dahme-Spreewald
Straubing	KS	0,19	0,22	0,22	Mettmann								
Straubing-Bogen	LK	0,24	0,22	0,22	Mettmann								
Stuttgart	KS	0,96	1,00	0,24	Wuppertal	0,54	Ludwigshafen	0,22	Berlin				
Südliche Weinstraße	LK	0,49	0,49	0,49	Mettmann								
Südwestpfalz	LK	0,37	0,36	0,36	Mettmann								

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Suhl	KS	0,19	0,21	0,21	Mettmann								
Teltow-Fläming	LK	0,12	0,09	0,09	Mettmann								
Tirschenreuth	LK	0,19	0,18	0,18	Mettmann								
Traunstein	LK	0,15	0,14	0,14	Mettmann								
Trier	KS	0,22	0,21	0,18	Wuppertal	0,03	Mettmann						
Trier-Saarburg	LK	0,22	0,21	0,17	Mettmann	0,05	Darmstadt-Dieburg						
Tübingen	LK	0,58	0,59	0,21	Wuppertal	0,02	Dortmund	0,03	Mettmann	0,11	Darmstadt-Dieburg	0,23	Dahme-Spreewald
Tuttlingen	LK	0,19	0,17	0,04	Wuppertal	0,11	Mettmann	0,02	Darmstadt-Dieburg				
Uckermark	LK	0,05	0,03	0,03	Wuppertal	0,00	Dahme-Spreewald						
Uelzen	LK	0,09	0,10	0,10	Mettmann								
Ulm	KS	0,49	0,38	0,33	Bochum	0,05	Berlin						
Unna	LK	1,00	1,00	1,00	Unna								
Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,13	0,14	0,14	Mettmann								
Unterallgäu	LK	0,31	0,25	0,25	Mettmann								
Vechta	LK	0,20	0,17	0,17	Mettmann								
Verden	LK	0,25	0,28	0,00	Dortmund	0,06	Berlin	0,09	Mettmann	0,12	München	0,010	Dahme-Spreewald
Viersen	LK	0,70	0,67	0,61	Wuppertal	0,04	Freising	0,03	München	0,00	Dahme-Spreewald		
Vogelsbergkreis	LK	0,28	0,29	0,29	Mettmann								
Vogtlandkreis	LK	0,13	0,14	0,00	Wuppertal	0,14	Mettmann						
Vorpommern-Greifswald	LK	0,08	0,09	0,00	Wuppertal	0,02	Berlin	0,00	München	0,07	Dahme-Spreewald		
Vorpommern-Rügen	LK	0,08	0,10	0,01	Wuppertal	0,08	Dahme-Spreewald						

				Referenzset									
Region	**Typ**	**CCR**	$\sum \lambda$	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**	λ	**Region**
Vulkaneifel	LK	0,28	0,28	0,28	Mettmann								
Waldeck-Frankenberg	LK	0,27	0,24	0,24	Mettmann								
Waldshut	LK	0,11	0,09	0,06	Wuppertal	0,04	Mettmann						
Warendorf	LK	0,42	0,61	0,08	Mettmann	0,32	Main-Taunus-Kreis	0,08	München	0,13	Dahme-Spreewald		
Wartburgkreis	LK	0,18	0,18	0,18	Mettmann								
Weiden in der Oberpfalz	KS	0,24	0,22	0,22	Essen	0,18	Mettmann						
Weilheim-Schongau	LK	0,24	0,23	0,23	Mettmann								
Weimar	KS	0,20	0,19	0,10	Wuppertal	0,04	Heidelberg	0,05	Mettmann				
Weimarer Land	LK	0,20	0,18	0,00	Wuppertal	0,17	Mettmann	0,02	Dahme-Spreewald				
Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,37	0,33	0,33	Mettmann								
Werra-Meißner-Kreis	LK	0,17	0,18	0,16	Mettmann	0,01	München	0,00	Dahme-Spreewald				
Wesel	LK	0,90	0,85	0,20	Remscheid	0,24	Herne	0,40	Unna	0,01	Dahme-Spreewald		
Wesermarsch	LK	0,23	0,29	0,15	Mettmann	0,02	Darmstadt-Dieburg	0,12	Dahme-Spreewald				
Westerwaldkreis	LK	0,48	0,46	0,46	Mettmann								
Wetteraukreis	LK	0,66	0,65	0,45	Mettmann	0,11	München	0,10	Dahme-Spreewald				
Wiesbaden	KS	0,92	0,92	0,35	Essen	0,05	Bochum	0,23	Darmstadt	0,16	Heidelberg	0,10	Berlin
Wilhelmshaven	KS	0,12	0,14	0,03	Wuppertal	0,11	Mettmann						
Wittenberg	LK	0,11	0,09	0,04	Wuppertal	0,05	Mettmann						
Wittmund	LK	0,13	0,10	0,08	Wuppertal	0,02	Mettmann						

Region	Typ	CCR	$\sum \lambda$	Referenzset λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region	λ	Region
Wolfenbüttel	LK	0,38	0,39	0,03	Dortmund	0,01	Darmstadt	0,21	Unna	0,14	Dahme-Spreewald		
Wolfsburg	KS	0,23	0,19	0,13	Wuppertal	0,06	Ludwigshafen						
Worms	KS	0,83	0,74	0,74	Wuppertal								
Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,19	0,19	0,19	Mettmann								
Wuppertal	KS	1,00	1,00	1,00	Wuppertal								
Würzburg	KS	0,56	0,49	0,46	Bochum	0,03	Berlin						
Würzburg	LK	0,49	0,48	0,37	Mettmann	0,11	München						
Zollernalbkreis	LK	0,26	0,24	0,24	Mettmann								
Zweibrücken	KS	0,46	0,39	0,34	Ludwigshafen	0,05	Mannheim						
Zwickau	LK	0,18	0,21	0,08	Wuppertal	0,02	Berlin	0,02	Mettmann	0,04	München	0,05	Dahme-Spreewald

B.2.3 Spielbasierte Kreuzeffizienz

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
1	Mettmann	LK	1,00000	0,90773	1,00000
2	München	LK	1,00000	0,66932	0,99211
3	Main-Taunus-Kreis	LK	1,00000	0,82585	0,98886
4	Wuppertal	KS	1,00000	0,84757	0,97551
5	Starnberg	LK	1,00000	0,59016	0,94206
6	Essen	KS	1,00000	0,80870	0,94111
7	Bergstraße	LK	0,97928	0,72276	0,93791
8	Remscheid	KS	1,00000	0,75664	0,93785
9	Düsseldorf	KS	1,00000	0,79283	0,93405
10	Solingen	KS	0,97065	0,76180	0,92278
11	Bochum	KS	1,00000	0,77408	0,92047
12	Mülheim a.d.Ruhr	KS	0,98546	0,76094	0,91812
13	Rhein-Neckar-Kreis	LK	0,95647	0,69954	0,91731
14	Dahme-Spreewald	LK	1,00000	0,52891	0,90284
15	Herne	KS	1,00000	0,74453	0,89594
16	Darmstadt-Dieburg	LK	1,00000	0,64037	0,88732
17	Dortmund	KS	1,00000	0,68694	0,88568
18	Darmstadt	KS	1,00000	0,67274	0,88345
19	Heidelberg	KS	1,00000	0,67788	0,87972
20	Ludwigshafen am Rhein	KS	1,00000	0,71126	0,87827
21	Duisburg	KS	0,97968	0,72253	0,85864
22	Gelsenkirchen	KS	0,94232	0,70712	0,85504
23	Dachau	LK	0,92303	0,54051	0,85350
24	Mainz-Bingen	LK	0,95949	0,64071	0,84623
25	Offenbach	LK	0,88145	0,70350	0,84377
26	Freising	LK	1,00000	0,50813	0,84324
27	Alzey-Worms	LK	0,95325	0,62339	0,82884
28	Odenwaldkreis	LK	1,00000	0,53764	0,82698
29	Erding	LK	0,99230	0,47387	0,82453
30	Unna	LK	1,00000	0,58078	0,81758
31	Karlsruhe	LK	0,88292	0,59982	0,81712
32	Mainz	KS	0,93724	0,63449	0,80925
33	Ebersberg	LK	0,88211	0,49781	0,80812
34	Wiesbaden	KS	0,91742	0,63595	0,80175
35	Oberhausen	KS	0,86181	0,66520	0,79503
36	Groß-Gerau	LK	0,82994	0,65854	0,79287
37	Berlin	KS	1,00000	0,49552	0,78925
38	Mannheim	KS	1,00000	0,62017	0,78347
39	Landsberg am Lech	LK	0,86960	0,47757	0,78314
40	München	KS	1,00000	0,49317	0,77826
41	Recklinghausen	LK	0,89663	0,61985	0,77793
42	Fürstenfeldbruck	LK	0,82243	0,50167	0,77665
43	Bottrop	KS	0,86842	0,62908	0,77494
44	Frankfurt am Main	KS	0,89668	0,60723	0,76017

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
45	Karlsruhe	KS	0,89816	0,55285	0,75596
46	Hamm	KS	1,00000	0,52313	0,75538
47	Rhein-Pfalz-Kreis	LK	0,78072	0,62628	0,74604
48	Wesel	LK	0,90328	0,56132	0,74554
49	Rhein-Kreis Neuss	LK	0,85460	0,62415	0,73976
50	Krefeld	KS	0,81196	0,62293	0,73621
51	Leverkusen	KS	0,80980	0,59901	0,71576
52	Worms	KS	0,83021	0,56728	0,71427
53	Barnim	LK	0,95467	0,38946	0,71408
54	Baden-Baden	KS	0,92123	0,48684	0,71081
55	Bonn	KS	0,89946	0,55540	0,70834
56	Offenbach am Main	KS	0,80247	0,57542	0,70544
57	Rastatt	LK	0,84131	0,46016	0,68259
58	Speyer	KS	0,77840	0,55206	0,68250
59	Potsdam	KS	0,91111	0,39796	0,68090
60	Köln	KS	0,75317	0,55788	0,67509
61	Hochtaunuskreis	LK	0,69195	0,54417	0,67468
62	Stuttgart	KS	0,95677	0,51408	0,67399
63	Frankenthal (Pfalz)	KS	0,72481	0,56834	0,67287
64	Ludwigsburg	LK	0,72275	0,52347	0,66187
65	Bad Tölz-Wolfratshausen	LK	0,78997	0,36910	0,65937
66	Ennepe-Ruhr-Kreis	LK	0,70559	0,52580	0,65896
67	Miesbach	LK	0,78508	0,37355	0,65881
68	Rheinisch-Bergischer Kreis	LK	0,66064	0,54869	0,64397
69	Viersen	LK	0,70264	0,50952	0,63550
70	Neustadt a.d.Weinstraße	KS	0,72531	0,50978	0,63527
71	Esslingen	LK	0,85001	0,46473	0,63399
72	Wetteraukreis	LK	0,65882	0,50193	0,63388
73	Mönchengladbach	KS	0,70274	0,51674	0,63382
74	Rhein-Sieg-Kreis	LK	0,70668	0,49392	0,63336
75	Hagen	KS	0,72552	0,47933	0,61752
76	Ahrweiler	LK	0,70353	0,44216	0,61412
77	Aschaffenburg	KS	0,74161	0,43116	0,60493
78	Bad Dürkheim	LK	0,63591	0,49624	0,60473
79	Rems-Murr-Kreis	LK	0,68400	0,41733	0,58817
80	Erlangen	KS	0,93584	0,42831	0,58378
81	Erlangen-Höchstadt	LK	0,58685	0,43461	0,56478
82	Rheingau-Taunus-Kreis	LK	0,62035	0,41528	0,56435
83	Rhein-Erft-Kreis	LK	0,63317	0,46465	0,55964
84	Aschaffenburg	LK	0,59191	0,40903	0,54681
85	Heinsberg	LK	0,62899	0,38987	0,53098
86	Enzkreis	LK	0,55979	0,40988	0,53090
87	Lahn-Dill-Kreis	LK	0,58401	0,37540	0,52039
88	Miltenberg	LK	0,58106	0,36765	0,51570
89	Düren	LK	0,59209	0,38568	0,51437
90	Main-Kinzig-Kreis	LK	0,53947	0,40701	0,51317
91	Heilbronn	LK	0,57450	0,37422	0,50995

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
92	Donnersbergkreis	LK	0,53812	0,38645	0,50970
93	Tübingen	LK	0,57675	0,35864	0,50287
94	Gießen	LK	0,55793	0,36098	0,48981
95	Limburg-Weilburg	LK	0,52968	0,36127	0,48895
96	Oberbergischer Kreis	LK	0,53241	0,37192	0,48647
97	Germersheim	LK	0,51713	0,37309	0,48218
98	Forchheim	LK	0,50763	0,35469	0,47865
99	Pforzheim	KS	0,57523	0,35472	0,47742
100	Würzburg	LK	0,49409	0,35260	0,47523
101	Saale-Holzland-Kreis	LK	0,70136	0,26822	0,47462
102	Jena	KS	0,77322	0,26981	0,47260
103	Märkischer Kreis	LK	0,49901	0,38223	0,46996
104	Neustadt a.d.Aisch-Bad Windsheim	LK	0,50668	0,33238	0,46748
105	Neuwied	LK	0,50367	0,34705	0,46122
106	Reutlingen	LK	0,53376	0,30875	0,46118
107	Coesfeld	LK	0,47018	0,35770	0,46060
108	Kaiserslautern	KS	0,52450	0,34354	0,45443
109	Würzburg	KS	0,55592	0,32570	0,45375
110	Kitzingen	LK	0,47282	0,33962	0,45301
111	Südliche Weinstraße	LK	0,48955	0,34585	0,45247
112	Main-Spessart	LK	0,48057	0,32520	0,45043
113	Koblenz	KS	0,54411	0,31595	0,44536
114	Landau in der Pfalz	KS	0,52705	0,33960	0,44388
115	Rhein-Lahn-Kreis	LK	0,48478	0,32269	0,44249
116	Fürth	LK	0,47977	0,34075	0,44216
117	Regensburg	LK	0,46170	0,31807	0,44140
118	Nürnberg	KS	0,53204	0,33300	0,44134
119	Aachen	LK	0,52483	0,32149	0,43855
120	Kaiserslautern	LK	0,45020	0,34343	0,43822
121	Münster	KS	0,49112	0,32990	0,43712
122	Marburg-Biedenkopf	LK	0,49566	0,29613	0,43703
123	Westerwaldkreis	LK	0,47618	0,32151	0,43517
124	Neckar-Odenwald-Kreis	LK	0,48706	0,30861	0,42959
125	Main-Tauber-Kreis	LK	0,45572	0,30847	0,42735
126	Heilbronn	KS	0,46839	0,31091	0,41864
127	Böblingen	LK	0,44997	0,32231	0,41566
128	Bamberg	LK	0,45077	0,30874	0,41462
129	Ulm	KS	0,49458	0,30471	0,41454
130	Altenkirchen (Westerwald)	LK	0,46789	0,29405	0,41155
131	Bamberg	KS	0,49917	0,28743	0,40698
132	Euskirchen	LK	0,45434	0,30190	0,40288
133	Warendorf	LK	0,42207	0,30216	0,40240
134	Günzburg	LK	0,43757	0,29698	0,40017
135	Ansbach	KS	0,49365	0,27565	0,39989
136	Schwabach	KS	0,47582	0,31084	0,39961
137	Nürnberger Land	LK	0,43262	0,31074	0,39711
138	Schweinfurt	LK	0,44665	0,28284	0,39631

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
139	Fürth	KS	0,44713	0,31251	0,39415
140	Aichach-Friedberg	LK	0,42087	0,30213	0,39199
141	Regensburg	KS	0,46114	0,27485	0,38260
142	Mayen-Koblenz	LK	0,41010	0,28780	0,38045
143	Alb-Donau-Kreis	LK	0,41220	0,27667	0,37673
144	Kelheim	LK	0,39634	0,27485	0,37597
145	Schweinfurt	KS	0,43816	0,26726	0,37474
146	Bayreuth	KS	0,47942	0,27255	0,37411
147	Bad Kreuznach	LK	0,41509	0,27156	0,37353
148	Augsburg	LK	0,40117	0,28798	0,37242
149	Kusel	LK	0,39359	0,27931	0,37166
150	Pfaffenhofen a.d.Ilm	LK	0,40837	0,27796	0,37054
151	Rhein-Hunsrück-Kreis	LK	0,40600	0,28022	0,36966
152	Olpe	LK	0,40547	0,27626	0,36834
153	Gütersloh	LK	0,40716	0,28638	0,36787
154	Calw	LK	0,40512	0,27059	0,36732
155	Roth	LK	0,39648	0,28350	0,36454
156	Neu-Ulm	LK	0,40125	0,27783	0,36375
157	Coburg	KS	0,39687	0,27140	0,36347
158	Ingolstadt	KS	0,43946	0,26063	0,36311
159	Braunschweig	KS	0,77438	0,22907	0,36159
160	Steinfurt	LK	0,41697	0,26245	0,36076
161	Hohenlohekreis	LK	0,40232	0,26670	0,36063
162	Haßberge	LK	0,39727	0,25816	0,35606
163	Konstanz	LK	0,54931	0,20460	0,35516
164	Augsburg	KS	0,39903	0,27255	0,35374
165	Neumarkt in der Oberpfalz	LK	0,38188	0,26965	0,35016
166	Siegen-Wittgenstein	LK	0,39594	0,24946	0,34919
167	Kleve	LK	0,38153	0,26524	0,34837
168	Bayreuth	LK	0,35820	0,26100	0,34764
169	Ansbach	LK	0,37899	0,24848	0,34358
170	Hamburg	KS	0,48451	0,23846	0,34004
171	Stormarn	LK	0,42129	0,23045	0,33817
172	Südwestpfalz	LK	0,36830	0,25879	0,33782
173	Pinneberg	LK	0,39811	0,23244	0,33685
174	Kulmbach	LK	0,35015	0,25208	0,33654
175	Neuburg-Schrobenhausen	LK	0,37313	0,24123	0,33471
176	Eichstätt	LK	0,36858	0,24570	0,33470
177	Göppingen	LK	0,34556	0,26346	0,33301
178	Salzgitter	KS	0,50207	0,21155	0,32518
179	Cochem-Zell	LK	0,34006	0,24523	0,32094
180	Weißenburg-Gunzenhausen	LK	0,36705	0,21951	0,31862
181	Schwandorf	LK	0,35112	0,21571	0,31818
182	Harburg	LK	0,38504	0,21376	0,31664
183	Lichtenfels	LK	0,34675	0,23544	0,31561
184	St. Wendel	LK	0,35347	0,24644	0,31548
185	Peine	LK	0,41191	0,21091	0,31398

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
186	Steinburg	LK	0,36884	0,20793	0,31397
187	Bielefeld	KS	0,36429	0,24060	0,31202
188	Bad Kissingen	LK	0,35182	0,22250	0,31144
189	Schwäbisch Hall	LK	0,34034	0,22095	0,30842
190	Herzogtum Lauenburg	LK	0,39222	0,20176	0,30823
191	Borken	LK	0,33805	0,23178	0,30693
192	Delmenhorst	KS	0,40804	0,22335	0,30612
193	Segeberg	LK	0,37400	0,20913	0,30565
194	Freiburg im Breisgau	KS	0,39432	0,20296	0,30491
195	Dillingen a.d.Donau	LK	0,33739	0,22138	0,30460
196	Soest	LK	0,31511	0,24783	0,30353
197	Bremen	KS	0,65229	0,20504	0,30336
198	Zweibrücken	KS	0,46411	0,22807	0,30156
199	Emmendingen	LK	0,34312	0,19877	0,29666
200	Ostalbkreis	LK	0,31809	0,21950	0,29486
201	Wolfenbüttel	LK	0,37846	0,20016	0,29454
202	Pirmasens	KS	0,33348	0,23445	0,29336
203	Unterallgäu	LK	0,31377	0,21919	0,28903
204	Memmingen	KS	0,35914	0,21209	0,28692
205	Donau-Ries	LK	0,32723	0,19397	0,28347
206	Breisgau-Hochschwarzwald	LK	0,32887	0,18347	0,28303
207	Schaumburg	LK	0,31704	0,19246	0,28277
208	Coburg	LK	0,30585	0,21045	0,28110
209	Neunkirchen	LK	0,31151	0,22877	0,28000
210	Saarbrücken	LK	0,39971	0,21336	0,27599
211	Heidenheim	LK	0,30042	0,20844	0,27587
212	Lippe	LK	0,31966	0,19575	0,27271
213	Amberg	KS	0,30838	0,19476	0,27101
214	Osnabrück	KS	0,31392	0,21552	0,26935
215	Freudenstadt	LK	0,28921	0,19836	0,26851
216	Eichsfeld	LK	0,29332	0,16557	0,26786
217	Heidekreis	LK	0,30098	0,17065	0,26355
218	Landshut	LK	0,29666	0,19153	0,26263
219	Birkenfeld	LK	0,29446	0,19205	0,26245
220	Neumünster	KS	0,32294	0,19023	0,26175
221	Hochsauerlandkreis	LK	0,27373	0,20089	0,25901
222	Göttingen	LK	0,28734	0,16663	0,25865
223	Saarpfalz-Kreis	LK	0,29527	0,21199	0,25780
224	Lüneburg	LK	0,32301	0,15913	0,25763
225	Amberg-Sulzbach	LK	0,29320	0,18475	0,25754
226	Northeim	LK	0,27727	0,16388	0,25679
227	Hildesheim	LK	0,28032	0,17086	0,25491
228	Landshut	KS	0,28078	0,18974	0,25328
229	Bernkastel-Wittlich	LK	0,26076	0,19598	0,25126
230	Hannover	LK	0,31565	0,16364	0,25071
231	Osterholz	LK	0,26581	0,18541	0,25061
232	Vogelsbergkreis	LK	0,27604	0,18205	0,24917

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
233	Vulkaneifel	LK	0,28230	0,17604	0,24912
234	Plön	LK	0,27963	0,17237	0,24821
235	Kaufbeuren	KS	0,26777	0,18568	0,24771
236	Saarlouis	LK	0,29743	0,18827	0,24759
237	Oldenburg	LK	0,27444	0,18868	0,24717
238	Oldenburg (Oldenburg)	KS	0,30618	0,18550	0,24502
239	Kiel	KS	0,40644	0,17101	0,24427
240	Ammerland	LK	0,27858	0,17898	0,24383
241	Merzig-Wadern	LK	0,28411	0,17893	0,24168
242	Fulda	LK	0,26144	0,17738	0,24137
243	Rhön-Grabfeld	LK	0,27567	0,17214	0,24130
244	Dresden	KS	0,35942	0,15379	0,24128
245	Rosenheim	LK	0,25783	0,18128	0,24052
246	Waldeck-Frankenberg	LK	0,27345	0,16772	0,24010
247	Rendsburg-Eckernförde	LK	0,26540	0,16654	0,23741
248	Kronach	LK	0,26817	0,16827	0,23718
249	Rosenheim	KS	0,28908	0,17094	0,23696
250	Zollernalbkreis	LK	0,25812	0,17357	0,23521
251	Osnabrück	LK	0,24278	0,18899	0,23470
252	Diepholz	LK	0,24752	0,16339	0,23416
253	Verden	LK	0,25095	0,17611	0,23400
254	Biberach	LK	0,24711	0,17616	0,23199
255	Paderborn	LK	0,24348	0,19245	0,23167
256	Hildburghausen	LK	0,25872	0,16765	0,23038
257	Meißen	LK	0,28516	0,14568	0,22922
258	Saalekreis	LK	0,24304	0,17254	0,22904
259	Lübeck	KS	0,55569	0,14716	0,22257
260	Sonneberg	LK	0,24462	0,16446	0,22162
261	Rotenburg (Wümme)	LK	0,23530	0,15583	0,22150
262	Weilheim-Schongau	LK	0,24478	0,15780	0,22010
263	Dingolfing-Landau	LK	0,24097	0,16319	0,21908
264	Hof	LK	0,23732	0,17648	0,21876
265	Burgenlandkreis	LK	0,23191	0,16015	0,21740
266	Rottweil	LK	0,22333	0,17071	0,21677
267	Neustadt a.d.Waldnaab	LK	0,24809	0,15414	0,21658
268	Leipzig	KS	0,26142	0,15718	0,21620
269	Ostallgäu	LK	0,23497	0,16097	0,21426
270	Wesermarsch	LK	0,23413	0,15645	0,21376
271	Straubing-Bogen	LK	0,23680	0,15579	0,21326
272	Schwalm-Eder-Kreis	LK	0,22177	0,16794	0,21274
273	Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK	0,25275	0,13176	0,20864
274	Mühldorf am Inn	LK	0,23499	0,14813	0,20562
275	Kempten (Allgäu)	KS	0,24051	0,15277	0,20387
276	Trier-Saarburg	LK	0,21690	0,15745	0,20334
277	Leipzig	LK	0,23567	0,14433	0,20295
278	Weiden in der Oberpfalz	KS	0,23809	0,14377	0,20258
279	Halle (Saale)	KS	0,25717	0,14938	0,20111

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
280	Herford	LK	0,22688	0,15191	0,20003
281	Hof	KS	0,26421	0,15176	0,19795
282	Ortenaukreis	LK	0,20488	0,15810	0,19734
283	Trier	KS	0,22251	0,15572	0,19693
284	Kassel	KS	0,21347	0,15509	0,19586
285	Weimarer Land	LK	0,19998	0,15530	0,19233
286	Hersfeld-Rotenburg	LK	0,20844	0,14318	0,19170
287	Wolfsburg	KS	0,22807	0,14251	0,18930
288	Kassel	LK	0,19323	0,15069	0,18747
289	Mansfeld-Südharz	LK	0,20765	0,13256	0,18636
290	Ilm-Kreis	LK	0,19061	0,15006	0,18382
291	Schmalkalden-Meiningen	LK	0,20519	0,13505	0,18361
292	Vechta	LK	0,19875	0,13795	0,18053
293	Tuttlingen	LK	0,19136	0,13831	0,18002
294	Nordsachsen	LK	0,19685	0,12400	0,17934
295	Saalfeld-Rudolstadt	LK	0,19231	0,12840	0,17687
296	Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK	0,19162	0,13849	0,17635
297	Straubing	KS	0,19244	0,13125	0,17587
298	Weimar	KS	0,19736	0,14102	0,17580
299	Rostock	LK	0,20553	0,10439	0,17561
300	Sigmaringen	LK	0,19637	0,12395	0,17443
301	Suhl	KS	0,18979	0,13199	0,17343
302	Ravensburg	LK	0,17975	0,13775	0,17277
303	Tirschenreuth	LK	0,19482	0,12321	0,17087
304	Ostholstein	LK	0,20646	0,12015	0,16963
305	Erfurt	KS	0,22828	0,13290	0,16911
306	Werra-Meißner-Kreis	LK	0,17366	0,13455	0,16900
307	Schwarzwald-Baar-Kreis	LK	0,17995	0,12817	0,16822
308	Rostock	KS	0,25736	0,09989	0,16591
309	Gotha	LK	0,16963	0,13861	0,16571
310	Wartburgkreis	LK	0,17866	0,12154	0,16368
311	Zwickau	LK	0,18204	0,12097	0,16124
312	Altötting	LK	0,18150	0,11692	0,16060
313	Minden-Lübbecke	LK	0,16861	0,12067	0,15817
314	Eisenach	KS	0,18635	0,11676	0,15780
315	Chemnitz	KS	0,18382	0,11486	0,15613
316	Nienburg/Weser	LK	0,17463	0,11165	0,15471
317	Cham	LK	0,17934	0,10578	0,15443
318	Mittelsachsen	LK	0,17595	0,10886	0,15412
319	Saale-Orla-Kreis	LK	0,16985	0,11472	0,15363
320	Greiz	LK	0,17770	0,11203	0,15360
321	Sömmerda	LK	0,16357	0,12459	0,15352
322	Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK	0,17364	0,10878	0,15284
323	Börde	LK	0,16436	0,11496	0,15205
324	Garmisch-Partenkirchen	LK	0,17041	0,10965	0,15140
325	Grafschaft Bentheim	LK	0,16061	0,11137	0,15068
326	Höxter	LK	0,16076	0,11312	0,15021

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
327	Lindau (Bodensee)	LK	0,16064	0,11583	0,14904
328	Oberallgäu	LK	0,16169	0,11231	0,14848
329	Altenburger Land	LK	0,19937	0,10347	0,14660
330	Erzgebirgskreis	LK	0,17208	0,09670	0,14479
331	Bremerhaven	KS	0,16568	0,11185	0,14451
332	Deggendorf	LK	0,15239	0,11121	0,14423
333	Traunstein	LK	0,15110	0,11216	0,14381
334	Bodenseekreis	LK	0,15665	0,11154	0,14295
335	Cloppenburg	LK	0,15572	0,10666	0,14200
336	Rottal-Inn	LK	0,15877	0,10137	0,14108
337	Hameln-Pyrmont	LK	0,15304	0,10449	0,13994
338	Holzminden	LK	0,15124	0,09914	0,13680
339	Helmstedt	LK	0,14336	0,10895	0,13679
340	Lörrach	LK	0,19161	0,08011	0,13453
341	Salzlandkreis	LK	0,14437	0,10064	0,13230
342	Cuxhaven	LK	0,14331	0,10009	0,13131
343	Magdeburg	KS	0,15682	0,09651	0,12898
344	Passau	LK	0,14072	0,09651	0,12830
345	Stade	LK	0,14250	0,09523	0,12827
346	Friesland	LK	0,13986	0,09548	0,12613
347	Jerichower Land	LK	0,13994	0,09109	0,12554
348	Emsland	LK	0,13414	0,09328	0,12523
349	Unstrut-Hainich-Kreis	LK	0,13470	0,09134	0,12358
350	Goslar	LK	0,12943	0,09739	0,12296
351	Vogtlandkreis	LK	0,12860	0,09842	0,12266
352	Osterode am Harz	LK	0,13093	0,09182	0,12248
353	Gera	KS	0,13769	0,09285	0,12231
354	Gifhorn	LK	0,13105	0,09323	0,12223
355	Passau	KS	0,13623	0,09380	0,12125
356	Leer	LK	0,13273	0,08879	0,11902
357	Kyffhäuserkreis	LK	0,12792	0,08494	0,11517
358	Regen	LK	0,12145	0,08122	0,11128
359	Wittmund	LK	0,13234	0,07755	0,11122
360	Wilhelmshaven	KS	0,12196	0,08464	0,11069
361	Potsdam-Mittelmark	LK	0,11684	0,08603	0,10979
362	Anhalt-Bitterfeld	LK	0,11884	0,08462	0,10934
363	Celle	LK	0,11720	0,08270	0,10931
364	Harz	LK	0,11413	0,07994	0,10565
365	Teltow-Fläming	LK	0,11627	0,07694	0,10477
366	Brandenburg a.d.Havel	KS	0,11951	0,07953	0,10394
367	Berchtesgadener Land	LK	0,13547	0,07290	0,10359
368	Flensburg	KS	0,11767	0,07520	0,09998
369	Nordhausen	LK	0,10966	0,07342	0,09924
370	Dithmarschen	LK	0,10394	0,07354	0,09769
371	Schleswig-Flensburg	LK	0,10073	0,07659	0,09727
372	Wittenberg	LK	0,10653	0,07075	0,09516
373	Waldshut	LK	0,11018	0,06641	0,09441

Platz	Region	Typ	CCR	KE	SBKE
374	Oberhavel	LK	0,10988	0,06568	0,09358
375	Aurich	LK	0,10880	0,06454	0,09232
376	Havelland	LK	0,09962	0,06641	0,09046
377	Emden	KS	0,09887	0,06676	0,09041
378	Nordwestmecklenburg	LK	0,09567	0,06774	0,08866
379	Uelzen	LK	0,09349	0,06347	0,08746
380	Altmarkkreis Salzwedel	LK	0,09678	0,06138	0,08733
381	Dessau-Roßlau	KS	0,09384	0,06994	0,08699
382	Schwerin	KS	0,09848	0,05826	0,08140
383	Elbe-Elster	LK	0,08960	0,05737	0,07912
384	Freyung-Grafenau	LK	0,08741	0,05586	0,07861
385	Märkisch-Oderland	LK	0,09352	0,05404	0,07806
386	Ludwigslust-Parchim	LK	0,08679	0,05671	0,07786
387	Spree-Neiße	LK	0,10113	0,05120	0,07511
388	Cottbus	KS	0,09503	0,05382	0,07445
389	Nordfriesland	LK	0,07934	0,05176	0,07113
390	Oder-Spree	LK	0,08083	0,05009	0,06960
391	Stendal	LK	0,07323	0,04757	0,06727
392	Lüchow-Dannenberg	LK	0,07332	0,04675	0,06644
393	Bautzen	LK	0,08489	0,04391	0,06512
394	Oberspreewald-Lausitz	LK	0,07249	0,05007	0,06431
395	Frankfurt (Oder)	KS	0,06787	0,04581	0,06224
396	Vorpommern-Greifswald	LK	0,07523	0,02748	0,05830
397	Prignitz	LK	0,06060	0,03972	0,05535
398	Ostprignitz-Ruppin	LK	0,06135	0,04012	0,05509
399	Görlitz	LK	0,08049	0,02752	0,04945
400	Vorpommern-Rügen	LK	0,07572	0,01992	0,04043
401	Uckermark	LK	0,04570	0,02497	0,03690
402	Mecklenburgische Seenplatte	LK	0,05197	0,02296	0,03638

C Funktionale Regionen

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Kiel	Kiel	KS
	Neumünster	KS
	Plön	LK
	Rendsburg-Eckernförde	LK
Lübeck	Lübeck	KS
	Ostholstein	LK
Dithmarschen	Dithmarschen	LK
Flensburg	Flensburg	KS
	Nordfriesland	LK
	Schleswig-Flensburg	LK
Hamburg	Herzogtum Lauenburg	LK
	Pinneberg	LK
	Segeberg	LK
	Steinburg	LK
	Stormarn	LK
	Hamburg	KS
	Harburg	LK
	Lüneburg	LK
Braunschweig	Braunschweig	KS
	Salzgitter	KS
	Peine	LK
	Wolfenbüttel	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Wolfsburg	Wolfsburg	KS
	Gifhorn	LK
	Helmstedt	LK
Göttingen	Göttingen	LK
	Northeim	LK
	Eichsfeld	LK
Goslar	Goslar	LK
	Osterode am Harz	LK
	Harz	LK
Hannover	Hannover	LK
	Hildesheim	LK
	Schaumburg	LK
	Heidekreis	LK
Hameln	Hameln-Pyrmont	LK
	Holzminden	LK
Celle	Celle	LK
Lüchow-Dannenberg	Lüchow-Dannenberg	LK
	Altmarkkreis Salzwedel	LK
Stade	Stade	LK
Uelzen	Uelzen	LK
Emden	Emden	KS
	Aurich	LK
	Leer	LK
Oldenburg	Oldenburg (Oldenburg)	KS
	Ammerland	LK
	Oldenburg	LK
	Wesermarsch	LK
Osnabrück	Osnabrück	KS
	Osnabrück	LK
Emsland	Emsland	LK
	Grafschaft Bentheim	LK
Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	KS
	Friesland	LK
	Wittmund	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Vechta	Cloppenburg	LK
	Vechta	LK
Bremen	Diepholz	LK
	Osterholz	LK
	Rotenburg (Wümme)	LK
	Verden	LK
	Delmenhorst	KS
	Bremen	KS
Bremerhaven	Cuxhaven	LK
	Bremerhaven	KS
Düsseldorf	Düsseldorf	KS
	Krefeld	KS
	Mönchengladbach	KS
	Mettmann	LK
	Rhein-Kreis Neuss	LK
	Viersen	LK
Essen	Duisburg	KS
	Essen	KS
	Mülheim a.d. Ruhr	KS
	Oberhausen	KS
	Wesel	LK
	Bottrop	KS
Wuppertal	Remscheid	KS
	Solingen	KS
	Wuppertal	KS
Kleve	Kleve	LK
Bonn	Bonn	KS
	Rhein-Sieg-Kreis	LK
	Ahrweiler	LK
Köln	Köln	KS
	Leverkusen	KS
	Rhein-Erft-Kreis	LK
	Euskirchen	LK
	Rheinisch-Bergischer Kreis	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Aachen	Aachen	LK
	Düren	LK
	Heinsberg	LK
Olpe	Oberbergischer Kreis	LK
	Olpe	LK
Münster	Münster	KS
	Coesfeld	LK
	Steinfurt	LK
	Warendorf	LK
Borken	Borken	LK
Bielefeld	Bielefeld	KS
	Gütersloh	LK
	Lippe	LK
Höxter	Höxter	LK
Minden	Nienburg/Weser	LK
	Herford	LK
	Minden-Lübbecke	LK
Bochum	Gelsenkirchen	KS
	Recklinghausen	LK
	Bochum	KS
	Herne	KS
Dortmund	Dortmund	KS
	Hamm	KS
	Unna	LK
Hagen	Hagen	KS
	Ennepe-Ruhr-Kreis	LK
	Märkischer Kreis	LK
Siegen	Siegen-Wittgenstein	LK
Soest	Paderborn	LK
	Hochsauerlandkreis	LK
	Soest	LK
Darmstadt	Darmstadt	KS
	Darmstadt-Dieburg	LK
	Odenwaldkreis	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Frankfurt am Main	Frankfurt am Main	KS
	Offenbach am Main	KS
	Groß-Gerau	LK
	Hochtaunuskreis	LK
	Main-Kinzig-Kreis	LK
	Main-Taunus-Kreis	LK
	Offenbach	LK
	Wetteraukreis	LK
Gießen	Gießen	LK
	Lahn-Dill-Kreis	LK
	Marburg-Biedenkopf	LK
Limburg-Weilburg	Rheingau-Taunus-Kreis	LK
	Limburg-Weilburg	LK
Kassel	Kassel	KS
	Kassel	LK
	Schwalm-Eder-Kreis	LK
	Werra-Meißner-Kreis	LK
Fulda	Vogelsbergkreis	LK
	Fulda	LK
	Hersfeld-Rotenburg	LK
Waldeck-Frankenberg	Waldeck-Frankenberg	LK
Koblenz	Koblenz	KS
	Cochem-Zell	LK
	Mayen-Koblenz	LK
	Neuwied	LK
	Rhein-Hunsrück-Kreis	LK
	Rhein-Lahn-Kreis	LK
	Westerwaldkreis	LK
Altenkirchen	Altenkirchen (Westerwald)	LK
Bad Kreuznach	Bad Kreuznach	LK
	Birkenfeld	LK
Butburg	Eifelkreis Bitburg-Prüm	LK
Vulkaneifel	Vulkaneifel	LK

Funktionale Region	Region	Typ
Trier	Trier	KS
	Bernkastel-Wittlich	LK
	Trier-Saarburg	LK
Kaiserslautern	Kaiserslautern	KS
	Donnersbergkreis	LK
	Kaiserslautern	LK
	Kusel	LK
Landau	Landau in der Pfalz	KS
	Germersheim	LK
	Südliche Weinstraße	LK
Ludwigshafen	Frankenthal (Pfalz)	KS
	Ludwigshafen am Rhein	KS
	Neustadt a.d. Weinstraße	KS
	Speyer	KS
	Worms	KS
	Bad Dürkheim	LK
	Rhein-Pfalz-Kreis	LK
	Mannheim	KS
Mainz	Wiesbaden	KS
	Mainz	KS
	Alzey-Worms	LK
	Mainz-Bingen	LK
Stuttgart	Stuttgart	KS
	Esslingen	LK
	Ludwigsburg	LK
	Rems-Murr-Kreis	LK
Böbingen	Böblingen	LK
	Calw	LK
	Freudenstadt	LK
Göppingen	Göppingen	LK
Heilbronn	Heilbronn	KS
	Heilbronn	LK
	Hohenlohekreis	LK
	Neckar-Odenwald-Kreis	LK
Schwäbisch Hall	Schwäbisch Hall	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Heidenheim	Heidenheim	LK
	Ostalbkreis	LK
	Dillingen a.d. Donau	LK
Karlsruhe	Baden-Baden	KS
	Karlsruhe	KS
	Karlsruhe	LK
	Rastatt	LK
Heidelberg	Bergstraße	LK
	Heidelberg	KS
	Rhein-Neckar-Kreis	LK
Pforzheim	Pforzheim	KS
	Enzkreis	LK
Freiburg	Freiburg im Breisgau	KS
	Breisgau-Hochschwarzwald	LK
	Emmendingen	LK
Ortenaukreis	Ortenaukreis	LK
Rottweil	Rottweil	LK
	Schwarzwald-Baar-Kreis	LK
	Tuttlingen	LK
Konstanz	Konstanz	LK
Lörrach	Lörrach	LK
Waldshut	Waldshut	LK
Reutlingen	Reutlingen	LK
	Tübingen	LK
Zollernalbkreis	Zollernalbkreis	LK
Ulm	Ulm	KS
	Alb-Donau-Kreis	LK
	Günzburg	LK
	Neu-Ulm	LK
Ravensburg	Biberach	LK
	Bodenseekreis	LK
	Ravensburg	LK
	Lindau (Bodensee)	LK
Sigmaringen	Sigmaringen	LK
Ingolstadt	Ingolstadt	KS
	Eichstätt	LK
	Neuburg-Schrobenhausen	LK

Funktionale Region	Region	Typ
	Pfaffenhofen a.d. Ilm	LK
München	München	KS
	Bad Tölz-Wolfratshausen	LK
	Dachau	LK
	Ebersberg	LK
	Erding	LK
	Freising	LK
	Fürstenfeldbruck	LK
	Landsberg am Lech	LK
	Miesbach	LK
	München	LK
	Starnberg	LK
Altötting	Altötting	LK
	Mühldorf am Inn	LK
	Rottal-Inn	LK
Traunstein	Rosenheim	KS
	Berchtesgadener Land	LK
	Rosenheim	LK
	Traunstein	LK
Weilheim-Schongau	Garmisch-Partenkirchen	LK
	Weilheim-Schongau	LK
Deggendorf	Deggendorf	LK
	Regen	LK
Freyung-Grafenau	Freyung-Grafenau	LK
Passau	Passau	KS
	Passau	LK
Landshut	Landshut	KS
	Straubing	KS
	Landshut	LK
	Straubing-Bogen	LK
	Dingolfing-Landau	LK
Cham	Cham	LK
Amberg	Amberg	KS
	Weiden in der Oberpfalz	KS
	Amberg-Sulzbach	LK
	Neustadt a.d. Waldnaab	LK
	Tirschenreuth	LK
Regensburg	Kelheim	LK
	Regensburg	KS

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
	Regensburg	LK
	Schwandorf	LK
Bamberg	Bamberg	KS
	Bamberg	LK
	Haßberge	LK
Bayreuth	Bayreuth	KS
	Bayreuth	LK
	Kulmbach	LK
Coburg	Coburg	KS
	Coburg	LK
	Lichtenfels	LK
	Sonneberg	LK
Hof	Hof	KS
	Hof	LK
	Wunsiedel im Fichtelgebirge	LK
	Vogtlandkreis	LK
Kronach	Kronach	LK
Erlangen	Forchheim	LK
	Erlangen	KS
	Erlangen-Höchstadt	LK
	Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim	LK
Nürnberg	Neumarkt in der Oberpfalz	LK
	Fürth	KS
	Nürnberg	KS
	Schwabach	KS
	Fürth	LK
	Nürnberger Land	LK
	Roth	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Ansbach	Ansbach	KS
	Ansbach	LK
Weißenburg- Gunzenhausen	Weißenburg-Gunzenhausen	LK
Aschaffenburg	Aschaffenburg	KS
	Aschaffenburg	LK
	Miltenberg	LK
Schweinfurt	Schweinfurt	KS
	Bad Kissingen	LK
	Rhön-Grabfeld	LK
	Schweinfurt	LK
Würzburg	Main-Tauber-Kreis	LK
	Würzburg	KS
	Kitzingen	LK
	Main-Spessart	LK
	Würzburg	LK
Augsburg	Augsburg	KS
	Aichach-Friedberg	LK
	Augsburg	LK
Memmingen	Memmingen	KS
	Unterallgäu	LK
Donau-Ries	Donau-Ries	LK
Kempten	Kaufbeuren	KS
	Kempten (Allgäu)	KS
	Ostallgäu	LK
	Oberallgäu	LK
Saarbrücken	Saarbrücken	LK
	Merzig-Wadern	LK
	Neunkirchen	LK
	Saarlouis	LK
	St. Wendel	LK
Pirmasens	Pirmasens	KS
	Zweibrücken	KS
	Südwestpfalz	LK
	Saarpfalz-Kreis	LK

Funktionale Region	**Region**	**Typ**
Berlin	Berlin	KS
	Potsdam	KS
	Barnim	LK
	Dahme-Spreewald	LK
Frankfurt	Frankfurt (Oder)	KS
	Oder-Spree	LK
Elbe-Elster	Elbe-Elster	LK
	Oberspreewald-Lausitz	LK
Havelland	Havelland	LK
Märkisch-Oderland	Märkisch-Oderland	LK
Oberhavel	Oberhavel	LK
Ostprignitz-Rupping	Ostprignitz-Ruppin	LK
Potsdam-Mittelmark	Brandenburg a.d. Havel	KS
	Potsdam-Mittelmark	LK
Prignitz	Prignitz	LK
Cottbus	Cottbus	KS
	Spree-Neiße	LK
Teltow-Fläming	Teltow-Fläming	LK
Uckermark	Uckermark	LK
Schwerin	Schwerin	KS
	Nordwestmecklenburg	LK
	Ludwigslust-Parchim	LK
Mecklenburgische Seenplatte	Mecklenburgische Seenplatte	LK
Rostock	Rostock	LK
	Rostock	KS
Vorpommern-Rügen	Vorpommern-Rügen	LK
Vorpommern-Greifswald	Vorpommern-Greifswald	LK
Chemnitz	Chemnitz	KS
	Erzgebirgskreis	LK
	Mittelsachsen	LK
	Zwickau	LK

Funktionale Region	Region	Typ
Dresden	Dresden	KS
	Meißen	LK
	Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	LK
Bautzen	Bautzen	LK
	Görlitz	LK
Leipzig	Leipzig	KS
	Leipzig	LK
	Nordsachsen	LK
Dessau-Roßlau	Dessau-Roßlau	KS
	Anhalt-Bitterfeld	LK
	Wittenberg	LK
Magdeburg	Magdeburg	KS
	Börde	LK
	Jerichower Land	LK
	Salzlandkreis	LK
Halle	Halle (Saale)	KS
	Burgenlandkreis	LK
	Mansfeld-Südharz	LK
	Saalekreis	LK
Stendal	Stendal	LK
Erfurt	Erfurt	KS
	Weimar	KS
	Gotha	LK
	Sömmerda	LK
	Ilm-Kreis	LK
	Weimarer Land	LK
Gera	Gera	KS
	Greiz	LK
	Altenburger Land	LK
Jena	Jena	KS
	Saale-Holzland-Kreis	LK
Norhausen	Nordhausen	LK
	Kyffhäuserkreis	LK
Eisenach	Eisenach	KS
	Wartburgkreis	LK
Unstrut-Hainich	Unstrut-Hainich-Kreis	LK
Suhl	Suhl	KS
	Schmalkalden-Meiningen	LK

Funktionale Region	Region	Typ
	Hildburghausen	LK
Saalfeld-Rudolfstadt	Saalfeld-Rudolstadt	LK
	Saale-Orla-Kreis	LK

D AHP-Fragebogen

Universität
Augsburg
University

Dipl.-Volksw. Frederic Höcker
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre
Ökonomie der Informationsgesellschaft
Telefon +49 (0) 821 598 - 4196
frederic.hoecker@wiwi.uni-augsburg.de

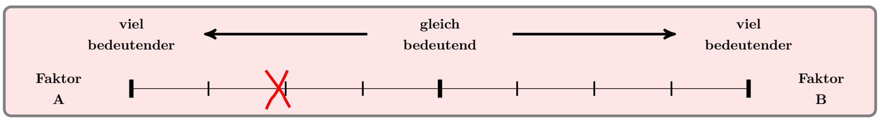
Umfrage zur Standortattraktivität

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Universität Augsburg zur Attraktivität einer Region als Standort für Unternehmen, interessiert uns Ihre Einschätzung hinsichtlich der relativen Bedeutung der folgenden Eigenschaften eines potentiellen Standorts:

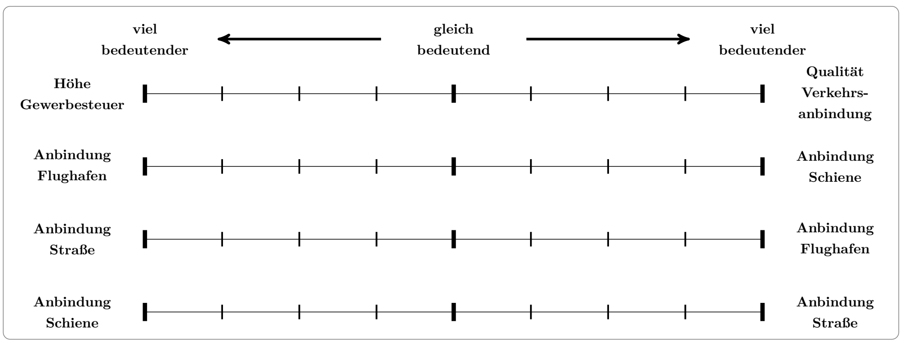
- Räumliche Nähe eines Standorts zu Absatzmärkten
- Forschungsstärke örtlich naher Hochschulen in den Naturwissenschaften
- Allgemeines Arbeitskräfteangebot vor Ort
- Verfügbarkeit von Hochschulabsolventen aus naturwissenschaftlichen Fachrichtungen
- Nähe zu Zulieferern und Kunden
- Allgemein wirtschaftlich aktives bzw. städtisches Umfeld
- Höhe der Gewerbesteuer
- Qualität der Verkehrsanbindung

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen und geben Sie den Fragebogen beim Verlassen der Veranstaltung am Eingang ab. Alternativ können Sie uns den Fragebogen auch bis zum **11.11.2014** per Fax unter folgender Nummer zukommen lassen: **0821 / 598 - 4230**. Vielen Dank!

Hier ein Beispiel: Wenn Sie Faktor A bedeutender als Faktor B empfinden, dann kreuzen Sie bitte folgendermaßen an:



Bitte bewerten Sie nun die folgenden Standortfaktoren im Hinblick auf ihre relative Wichtigkeit.



Universität
Augsburg
University

Dipl.-Volksw. Frederic Höcker
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre
Ökonomie der Informationsgesellschaft
Telefon +49 (0) 821 598 - 4196
frederic.hoecker@wiwi.uni-augsburg.de

viel bedeutender	← gleich bedeutend →	viel bedeutender
Nähe zu Absatzmärkten	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Forschungsstärke Hochschulen**
Allgemeines Arbeitskräfte-angebot	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Verfügbarkeit Hochschul-absolventen**
Nähe Zulieferer und Kunden	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Städtisches Umfeld**
Nähe zu Absatzmärkten	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Verfügbarkeit Hochschul-absolventen**
Allgemeines Arbeitskräfte-angebot	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Forschungsstärke Hochschulen**
Städtisches Umfeld	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Nähe zu Absatzmärkten**
Nähe Zulieferer und Kunden	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Allgemeines Arbeitskräfte-angebot**
Verfügbarkeit Hochschul-absolventen	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Städtisches Umfeld**
Forschungsstärke Hochschulen	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Nähe Zulieferer und Kunden**
Städtisches Umfeld	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Allgemeines Arbeitskräfte-angebot**
Verfügbarkeit Hochschul-absolventen	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Nähe Zulieferer und Kunden**
Nähe Zulieferer und Kunden	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Nähe zu Absatzmärkten**
Forschungsstärke Hochschulen	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Verfügbarkeit Hochschul-absolventen**
Allgemeines Arbeitskräfte-angebot	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Nähe zu Absatzmärkten**
Forschungsstärke Hochschulen	|—|—|—|—|—|—|—|—|	**Städtisches Umfeld**

Sie sind Vertreter

- ☐ **eines Unternehmens**
- ☐ **einer Kommune oder Institution**